



THESIS - MO142528

**PEMODELAN SEDIMENTASI UNTUK PERENCANAAN KAWASAN PANTAI
TIMUR SURABAYA**

Winda Amalia Herdianti

04311650020004

DOSEN PEMBIMBING:

Suntoyo, ST., M.Eng., Ph.D

Dr.Ir. Wahyudi, M.Sc

PROGRAM MAGISTER

TEKNIK DAN MANAJEMEN PANTAI

PROGRAM STUDI PASCASARJANA TEKNOLOGI KELAUTAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOVEMBER

SURABAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN THESIS

Thesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Teknik (M.T)

di Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh :

Winda Amalia Herdianti

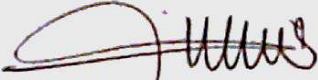
Nrp. 04311650020004

Tanggal Ujian : 31 Mei 2018

Periode Wisuda : September 2018

Disetujui oleh:

1.


Suntoyo, ST., M.Eng., Ph.D
NIP: 197107231995121


(Pembimbing I)

2.


Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc
NIP: 196012141989031001

(Pembimbing II)

3.


Drs. Mahmud Musta'in, M.Sc., Ph.D
NIP: 196108051989101001

(Penguji)

4.


R. Haryo Dwito A., ST., M.Eng., Ph.D
NIP: 196808101995121


(Penguji)

5.


Muhammad Zikra, ST., M.Sc., Ph.D
NIP: 196908282000121

(Penguji)


6.


Dr. Eng. Kriyo Sambodho, ST., M.Eng
NIP: 197401271999031

(Penguji)



Dekan Fakultas Teknologi Kelautan,


NIP: 197510062002121003

PEMODELAN SEDIMENTASI UNTUK PERENCANAAN KAWASAN PANTAI TIMUR SURABAYA

Nama Mahasiswa : Winda Amalia Herdianti
NRP : 04311650020004
Departemen : Teknik dan Manajemen Pantai
Dosen Pembimbing : Suntoyo, S.T, M.Eng, Ph.D.
Dr.Ir. Wahyudi, M.Sc.

ABSTRAK

Kota Surabaya secara administratif memiliki batas ke arah laut yang terdiri dari 11 kecamatan yang dikenal dengan Pantai Timur Surabaya (Pamurbaya). Pamurbaya tersebut dikembangkan sebagai kawasan perairan yang terintegrasi dengan pelabuhan, hankam, perdagangan, wisata dan kawasan lindung. Maka dari itu, Dalam penelitian ini akan dimodelkan proses sedimentasi menggunakan Delft 3D di Kawasan Pamurbaya yang bisa dijadikan rekomendasi dalam pengembangan wilayah. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa wilayah Pamurbaya didominasi oleh sedimentasi. terdapat sedimentasi yang cukup luas di daerah Kenjeran hingga Gunung Anyar dikarenakan terdapat beberapa sungai, muara dan saluran pembuangan yang dapat menjadi sumber sedimen. Pengembangan wilayah di Pamurbaya sesuai dengan RTRW Surabaya namun karena adanya sedimentasi yang besar, maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan seperti adanya ketidak jelasan atas kepemilikan tanah timbul di daerah kenjeran dan kurangnya ketebalan hutan bakau karena kawasan tersebut didominasi oleh kegiatan tambak. Solusi yang ditawarkan ialah harus adanya kejelasan aturan dari pemerintah mengenai tanah timbul dan melakukan reboisasi hutan bakau.

Kata Kunci : Sedimentasi, Pemodelan Delft 3D, Rencana Tata Ruang Wilayah Surabaya

SEDIMENTATION MODELING FOR DEVELOPMENT OF PANTAI TIMUR SURABAYA

Name : Winda Amalia Herdianti
Student Identity Number : 04311650020004
Department : Teknik dan Manajemen Pantai
Supervisor : Suntoyo, S.T, M.Eng, Ph.D.
Co-Supervisor : Dr.Ir. Wahyudi, M.Sc.

ABSTRACT

Surabaya City administratively has a maritime boundary consisting of 11 districts known as Pantai Timur Surabaya (Pamurbaya). Pamurbaya is developed as an integrated waters area with harbor, defense, trade, tourism and protected areas. Therefore, in this research will be modeled sedimentation process using Delft 3D in Pamurbaya area which can be recommended in regional development. the results of this study found that the Pamurbaya region is dominated by sedimentation. there is considerable sedimentation in the Kenjeran area to Gunung Anyar because there are several rivers, estuaries and sewers that can be a source of sediment. The development of the area in Pamurbaya is in accordance with the Surabaya City Spatial Plan. But due to the large sedimentation, there are some problems occurs, such as land ownership arising in kenjeran area and the lack of thickness of mangrove forests because the area is dominated by ponds. The solution offered is the need for clarity of rules from the government on arising land and reforestation of mangrove forests.

Keywords : Sedimentation, Delft 3D Model, Surabaya

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis pada Allah SWT yang telah memberikan kelancaran pada penulis dalam penyusunan Thesis “Pemodelan Sedimentasi Untuk Perencanaan Kawasan Pantai Timur Surabaya”.

Terselesaikannya thesis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak berupa tutor, waktu, doa, motivasi, dana dan lain lain. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya, kepada:

1. Orang tua penulis yang telah mensupport penulis
2. Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang telah membiayai penulis dengan beasiswa Fresh Graduate ITS.
3. Bapak Suntoyo selaku pembimbing I yang telah banyak membantu dalam pemberian data, membimbing, mengarahkan dan meluangkan waktunya dalam proses modelling hingga selesainya thesis ini.
4. Bapak Wahyudi selaku pembimbing II yang telah membimbing, memotivasi dan mengarahkan penulis dalam penulisan thesis.
5. Teman-teman Laboratorium yang banyak sekali membantu, mengajari dalam pemodelan, bediskusi hasil dan memberikan saran-saran penulisan.
6. Dan banyak pihak lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap thesis ini dapat memberikan manfaat dan masukan untuk berbagai pihak dan pembacanya.

Surabaya, 07 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN THESIS	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	3
2.1 Tinjauan Pustaka.....	3
2.2 Gambaran Umum Kota Surabaya	5
2.3 Angin.....	7
2.4 Gelombang	10
2.5 Arus.....	11

2.6 Pasang Surut.....	13
2.7 Transpor Sedimen	16
2.7.1 Bed Load Transport	17
2.7.2 Suspended Transport.....	19
2.8 Rencana Tata Ruang Wilayah Kota	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Metode Penelitian	21
3.2 Prosedur Penelitian	22
BAB IV ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN	25
4.1 Lokasi Penelitian.....	25
4.2 Data Batimetri	26
4.4 Data Angin dan Gelombang.....	27
4.3 Data Pasang Surut Muka Air Laut	28
4.5 Data Sedimen	29
4.6 Tahapan Permodelan Sedimen Transport	31
4.6.1 Meshing Grid	32
4.6.2 Delft 3D-FLOW	33
4.6.3 Delft 3D-WAVE	35
4.7 Hasil Pemodelan Numerik	36
4.7.1 Pasang Surut.....	36
4.7.2 Arus.....	39

4.7.3 Transport Sedimen	40
4.7.4 Perubahan Morfologi	47
4.8. Rencana Tata Ruang Wilayah Pantai Timur Surabaya.....	60
BAB V_KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	71
Daftar Pustaka.....	73
Lampiran	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Administrasi Kota Surabaya	6
Gambar 2. Proses Gelombang Pecah	11
Gambar 3. Ilustrasi Longshore current	12
Gambar 4. Ilustrasi Rip Current.....	13
Gambar 5. Gaya pembangkit pasang surut	13
Gambar 6. Tipe Pasang Surut (Hutabarat dan Evans, 1984)	15
Gambar 7. Pergerakan Transpor Sedimen	17
Gambar 8. Diagram Alir	22
Gambar 9. Peta Administrasi Kota Surabaya	25
Gambar 10. Data Batimetri	26
Gambar 11. Wind Rose.....	27
Gambar 12. Peta Pengambilan Sampel TSS di Wonorejo	29
Gambar 13. Peta Pengambilan Sampel TSS di Juanda.....	30
Gambar 14. Grid Permodelan di Delft 3D	32
Gambar 15. Permodelan yang telah diberi kedalaman	33
Gambar 16. Boundary pada DELFT 3D-FLOW	34
Gambar 17. Grid Input Pada Wave Module	35
Gambar 18. Boundaries Input Pada Wave Module	35
Gambar 19. Hasil animasi permodelan water level	36
Gambar 20. Titik Observasi Validasi Pasang Surut.....	37
Gambar 21. Grafik Validasi Pasang Surut Pada Titik (572,2).....	38
Gambar 22. Grafik Validasi Pasang Surut Pada Titik (577,40).....	38
Gambar 23. Grafik Validasi Pasang Surut Pada Titik (577,154).....	39
Gambar 24. Hasil Pemodelan Pola Sebaran Arus.....	39

Gambar 25. Perbandingan Total Transport Sedimen Awal dan Akhir	40
Gambar 26. Perak Peta Lokasi Titik Observasi	41
Gambar 27. Grafik Pemodelan Transpor Sedimen Pada Pelabuhan.....	42
Gambar 28. Grafik Pemodelan Transpor Sedimen Pada Kawasan Militer	42
Gambar 29. Grafik Pemodelan Transpor Sedimen di Kenjeran	43
Gambar 30. Grafik Pemodelan Transpor Sedimen di Kalisari	43
Gambar 31. Grafik Pemodelan Transpor Sedimen di Wonorejo	44
Gambar 32. Grafik Pemodelan Transpor Sedimen di Gunung Anyar	44
Gambar 33. Grafik Total Transport Sedimen	45
Gambar 34. Grafik Pemodelan Transpor Sedimen Pada Titik Validasi	47
Gambar 35. Perubahan Morfologi Tahun ke-05	48
Gambar 36. Perubahan Morfologi Tahun ke-10	48
Gambar 37. Perubahan Morfologi Tahun ke-15	49
Gambar 38. Pembagian Kawasan Pambaya untuk analisa perubahan morfologi.....	50
Gambar 39. Perbandingan Hasil Permodelan Dengan Citra Satelit Pada Zona 1- Pelabuhan	51
Gambar 40. Grafik Bed Level Change Pada Zona 1-Pelabuhan	52
Gambar 41. Grafik cum.erosion/sedimentation Pada Zona 1-Pelabuhan	51
Gambar 42. Perbandingan Hasil Permodelan Dengan Citra Satelit Pada Zona 2-Kawasan Militer	52
Gambar 43. Grafik Cum.Erosion/Sedimentation Pada Zona 2- Kawasan Militer.....	53
Gambar 44. Grafik Bed Level Change Pada Zona 2- Kawasan Militer	53
Gambar 45. Perbandingan Hasil Permodelan Dengan Citra Satelit Pada Zona 3 - Kenjeran	54
Gambar 46. Grafik Cum.Erosion/Sedimentation Pada Zona 3-Kenjeran.....	54
Gambar 47. Perbandingan Hasil Permodelan Dengan Citra Satelit di Kelurahan Kalisari	55
Gambar 48. Grafik Bed Level Change Pada Zona 3-Kenjeran	55

Gambar 49. Grafik cum.erosion/sedimentation di Zona 4- Kelurahan Kalisari	56
Gambar 50. Grafik Bed Level Change di Zona 4- Kelurahan Kalisari	56
Gambar 51. Perbandingan Hasil Permodelan Dengan Citra Satelit Pada Zona 4 di Estuari Wonorejo.....	57
Gambar 52. Grafik Cum.Erosion/Sedimentation Di Zona 4-Estuari Wonorejo	57
Gambar 53. Grafik Bed Level Change Di Zona 4-Estuari Wonorejo.....	58
Gambar 54. Perbandingan Hasil Permodelan Dengan Citra Satelit di Gunung Anyar	58
Gambar 55. Grafik Bed Level Change di Zona 4 - Gunung Anyar	59
Gambar 56. Grafik cum.erosion/sedimentation di Zona 4 - Gunung Anyar	59
Gambar 57. Peta rencana pola ruang	60
Gambar 58. Pembagian Pola Ruang Wilayah Pada Grid Model	61
Gambar 59. Tanah Timbul Pada Pemukiman Warga Dilihat Dari Citra Satelit.....	63
Gambar 60. Sentra Ikan Bulak.....	64
Gambar 61. Pedagang di Sentra Ikan Bulak	65
Gambar 62. Tembok Pembatas di Pinggir Pemukiman	66
Gambar 63. Kawasan Sempadan Pantai di Surabaya Timur	67
Gambar 64. Garis Perhitungan Ketebalan Hutan Bakau	67
Gambar 65. Kondisi Lingkungan Gazebo Eco Wisata Mangrove Wonorejo.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Skala Beaufort (S.....	8
Tabel 2. Data pasang surut dalam decimeter	28
Tabel 3. Konstanta Pasang Surut	28
Tabel 4. Lokasi Pengambilan Sampel TSS di Wonorejo.....	29
Tabel 5. Hasil Uji TSS di Sungai Wonorejo.....	30
Tabel 6. Lokasi Pengambilan Sampel TSS di Juanda.....	30
Tabel 7. Hasil Uji TSS di Juanda.....	31
Tabel 8. Lokasi Titik Observasi.....	41
Tabel 9. Total Transport Masing-Masing Kawasan	45
Tabel 10. Data Bed Load Transport pada Tiap Titik Observasi	46
Tabel 11. Daftar Kelurahan pada Tiap Zona	61
Tabel 12. Ketebalan Hutan Bakau	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Validasi Water Level

Lampiran 2. Validasi Arus

Lampiran 3. Perhitungan Total Transport

Lampiran 4. Validasi Bed Load

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesisir merupakan daerah pertemuan antara darat dan laut, ke arah darat meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air, yang masih dipengaruhi sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air asin. Sedangkan ke arah laut meliputi bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses-proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran.

Proses transpor sedimen adalah salah satu hal yang perlu diperhatikan di daerah pesisir. Transpor sedimen meliputi erosi, transportasi sedimentasi, pengendapan, dan pemadatan. Sebagai akibat dari perubahan volume sedimen adalah terjadinya penggerusan, terjadi pengendapan hingga menjadikan pendangkalan perairan dan munculnya tanah timbul. Perubahan ini akan berakibat pada terganggunya proses transpor sedimen yang akan merubah morfologi pantai.

Dengan adanya perubahan kondisi pesisir tersebut, maka pemerintah harus merencanakan tata ruang kota Surabaya dengan memperhatikan fungsi-fungsi tersebut. Peranan tata ruang pada hakikatnya dimaksudkan untuk mencapai pemanfaatan sumber daya optimal dengan sedapat mungkin menghindari konflik pemanfaatan sumber daya, mencegah timbulnya kerusakan lingkungan hidup serta meningkatkan keselarasan. Dalam lingkup tata ruang itulah maka pemanfaatan dan alokasi lahan menjadi bagian yang tidak terpisahkan dengan konsep ruang dalam pembangunan.

Kota Surabaya adalah ibu kota Provinsi Jawa Timur sekaligus menjadi pusat bisnis, perdagangan, industri, serta pendidikan di Jawa Timur dan kawasan Indonesia bagian timur. Dengan memiliki luas sekitar 350,54 km² yang terbagi dalam 31 Kecamatan dan 163 Kelurahan, Surabaya pada tahun 2010 memiliki jumlah penduduk sebanyak 2.765.487 jiwa. Secara geografis, wilayah laut Surabaya merupakan bagian dari Selat Madura, namun secara substantif wilayah laut adalah kawasan perairan (laut) sebelah Timur dan Utara Kota Surabaya. Secara administratif batas ke arah laut (Pesisir) Surabaya terdiri dari 11 kecamatan yang

dikenal dengan sebutan Pamurbaya yang merupakan kepanjangan dari pantai timur surabaya.(BPS Surabaya)

Kawasan pesisir Pamurbaya ialah kawasan pengembangan kota yang berorientasi pada perairan, pelabuhan, hankam, perkapalan, wisata dan kawasan lindung. Maka dari itu, penelitian mengenai tranpor sedimen di pantai timur surabaya ini dirasa penting karna dapat menjadi rekomendasi untuk pengembangan wilayah pantai timur surabaya sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan mengurangi masalah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini ialah:

1. Bagaimana perubahan morfologi pantai di wilayah pantai timur surabaya?
2. Bagaimana pengembangan tata ruang wilayah pantai timur surabaya ?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini ialah :

1. Mengkaji perubahan morfologi pantai di wilayah pantai timur surabaya.
2. Mengkaji konsep pengembangan tata ruang wilayah pantai timur surabaya.

1.4 Manfaat

Manfaat penelitian ini ialah untuk menganalisa perubahan garis pantai di wilayah pantai timur surabaya sehingga nantinya bisa dijadikan acuan untuk mengkaji pengembangan tata ruang pesisir pantai timur surabaya. Selain itu, penelitian ini bermanfaat untuk menambah pengetahuan pembacanya.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian yang dilakukan maka permasalahan akan dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Daerah yang akan ditinjau hanya di kawasan pesisir pantai timur Surabaya (Pamurbaya)
2. Data yang digunakan ialah data batimetri 2010 dari dishidros, data angin dari tahun 2004-2015, data pasang surut april-mei 2015 dari dishidros, data sedimentasi dari data survey tahun 2015 dan peraturan RTRW yang digunakan ialah Review Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Surabaya Berdasarkan UU Penataan Ruang No.26 Tahun 2007
3. Pemodelan dilakukan dengan bantuan *software Delft3D*.
4. Pemodelan dilakukan secara 2 dimensi.
5. Dalam permodelan tidak mempertimbangkan human factor dan pembangunan yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Wilayah pesisir didefinisikan sebagai wilayah daratan yang berbatasan dengan laut, dengan batas di daratan meliputi daerah-daerah yang tergenang air maupun yang tidak tergenang air yang masih dipengaruhi oleh proses-proses laut seperti pasang surut, gelombang dll. Wilayah pesisir bersifat dinamis dan rentan terhadap perubahan lingkungan baik karena proses alami maupun akibat aktivitas manusia. Manusia melakukan perubahan-perubahan terhadap ekosistem dan sumberdaya alam sehingga berpengaruh terhadap lingkungan di wilayah pesisir khususnya garis pantai. Garis pantai adalah batas air laut pada waktu pasang tertinggi telah sampai kedarat. Reklamasi, eksploitasi bahan galian, pembuatan bangunan fasilitas pantai dapat merubah keseimbangan garis pantai melalui suplai muatan sedimen yang berlebihan. Dengan curah hujan yang dengan intensitas tinggi juga dapat mempengaruhi peruan garis pantai. Di sepanjang kawasan pantai terdapat segmen-segmen pantai yang mengalami erosi, disamping ada bagian-bagian yang mengalami sedimentasi dan segmen yang stabil. (Tarigan,2007)

Wahyudi dan Jupantara (2004) telah membuat studi simulasi sedimentasi akibat pengembangan pelabuhan tanjung perak surabaya menggunakan software SMS 6.0. Dalam penelitian ini, disimulasikan tiga alternatif model pelabuhan. Hasilnya ialah Penyebaran konsentrasi rata-rata sedimen yang terjadi pada Rencana Awal Pengembangan sebesar 0.11096 kg/m^3 ; Alternatif I sebesar 0.10798 kg/m^3 ; Alternatif II sebesar 0.10914 kg/m^3 dan Alternatif III sebesar 0.10817 kg/m^3 .

Setyandito dan Triyanto (2007) menganalisa erosi dan perubahan garis pantai pada pantai pasir buatan dan sekitarnya di Takisung, Kalimantan Selatan dengan analisa hidrodinamika di kawasan pantai. Setelah itu, dilakukan pembobotan tingkat kerusakan dan jenis kerusakan dan pengaruhnya terhadap garis pantai disekitarnya. Didapatkan hasil bahwa prioritas penanganan pantai takisung yang harus segera ditangani adalah daerah pemukiman nelayan disebelah barat pantai buatan (No.2) dengan prioritas A. Pada daerah tersebut terjadi kemunduran garis pantai sehingga dapat membahayakan daerah pemukiman nelayan dan pariwisata dibelakangnya. Adapun alternatif pemecahan masalah erosi pantai di Takisung adalah penanganan masalah erosi pantai di takisung antara lain adalah perbaikan jetty muara

sungai yang tergores. Bangunan lain perlu ditambahkan yaitu penambahan revetmen pada garis pantai yang berada disebelah barat pantai dan perpanjangan groin eksisting.

Saud (2008) juga melakukan prediksi sedimentasi di kali mas surabaya dengan melakukan pengukuran debit dan melakukan uji sedimen di laboratorium. Setelah mendapatkan hasil nya, maka dilakukan perhitungan suspended load, bed load dan total load. Dari hasil analisa di peroleh besarnya suspended load = $58.05 \text{ m}^3/\text{hari}$, bed load = $35.60 \text{ m}^3/\text{hari}$ dan Total load = $913.65 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Wahyudi (2009) melakukan penelitian di wilayah pesisir pantai utara jawa timur melalui analisa citra landsat dan analisa hidro oseanografi lalu dihitung tingkat kerentanan pantainya. Indeks kerentanan pantai dihitung dari 10 variabel fisik, yaitu perubahan garis pantai, pengamatan visual kerusakan, panjang kerusakan, lebar kerusakan, lebar sabuk hijau, litologi, tinggi gelombang, jarak pasang surut, penggunaan lahan dan kemiringan pantai. Hasilnya ialah dari 16 wilayah di pesisir utara jawa timur bagian barat terdapat satu wilayah dengan tingkat kerentanana rendah, tujuh wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi dan delapan wilayah dengan tingkat kerentanan sangat tinggi.

Hariyadi (2011) dalam penelitiannya menganalisa perubahan garis pantai selama 10 tahun menggunakan CEDAS di periran teluk awur. Dalam penelitiannya Hariyadi menggunakan tiga skenario simulasi model yaitu Detached Breakwater, Non Diffracting Groin, dan gabungan dari Detached Breakwater dan Non Diffracting Groin. Dari hasil simulasi, perubahan garis pantai pada kondisi existing adalah yang terbesar dibanding skenario lainnya dengan nilai -93.5942 meter, nilai terkecil terjadi pada skenario gabungan dari Detached Breakwater dan Non Diffracting Groin dengan nilai -54.3157 meter.

Rismana dan Firmansyah (2011) telah mengevaluasi pemanfaatan ruang berdasarkan indeks konservasi di Sub DAS Cikapundung Hulu Jawa Barat. Analisis indeks konservasi dilakukan dengan prinsip analisis neraca air. Hasilnya ialah 56% lahan konservasi berubah menjadi sawah dan 34% lahan konservasi berubah menjadi kawasan budi daya. Dari analisis tersebut dapat diketahui bahwa penggunaan lahan tahun 2009 telah menurunkan fungsi konservasi secara keseluruhan di Sub DAS Cikapundung Hulu.

Khatib,dkk (2013) menganalisa sedimentasi dan alternatif penanganan sedimentasi di pelabuhan selat baru bengkalis. Pengujian dilakukan di laboratorium dengan parameter berat jenis sedimen, distribusi ukuran butir sedimen dan kecepatan endap sedimen. Untuk menghitung transpor sedimen digunakan metode Ijama, Sato. Dalam menggunakan metode tersebut dilakukan peramalan gelombang berdasarkan data angin. Dari hasil analisis sedimentasi didapatkan bahwa ada tiga fraksi sedimen yaitu pasir, lanau dan lempung dengan

diameter beragam. Transpor sedimen total yaitu 203,679 m³ /hari dalam luasan alur pelayaran seluas 161.264,376 m² , dengan tinggi sedimen yang mengedap berkisar 0,1 cm/hari. Untuk menangani masalah sedimentasi di pelabuhan Selat Baru dipilih jetty panjang sebagai alternatif penanganan masalah.

Dianpurnama,dkk (2013) menganalisa perubahan garis pantai dengan konsep sel sedimen melalui citra satelit landsat di teluk lampung, kota bandar lampung. Metode penelitian yang digunakan untuk menentukan batas sel sedimen adalah dengan interpretasi citra penginderaan jauh dan survei lapangan dengan mengidentifikasi sumber sedimen, arah pergerakan sedimen sepanjang pantai, serta batas-batas pergerakan sedimen. Luas area yang mengalami erosi dan akresi didapatkan dari hasil overlay Citra Satelit Landsat. Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah Citra perekaman tahun 1990, tahun 2000 dan tahun 2010. Berdasarkan overlay citra, perubahan garis pantai selama 20 tahun didominasi oleh akresi 167.71 ha lebih besar dibandingkan erosi yang terjadi. Hasil overlay citra menunjukkan Laju rerata akresi yang terjadi berada pada kisaran 8.3855 ha/tahun. Sedangkan laju rerata abrasinya adalah 1.1745 ha/tahun. Hasil menunjukkan bahwa garis pantai Kota Bandar pengolahan data Lampung Provinsi Lampung terbagi menjadi 6 Sub Sel sedimen dengan 5 batas Sub Sel Statis dan 1 Subsel Dinamis sesuai dalam konsep sel sedimen.

Bella (2014) menganalisa perhitungan muatan sedimen (*bedload*) pada muara sungai lilin kabupaten Musi-Banyuasin dengan pendekatan shear stress menggunakan formula Duboy's dan Shield's dan pendekatan energy slope dengan formula Meyer-Peter dan Miiler's. Didapatkan rata-rata hasil qb terbaik menggunakan metode shield's dengan rata-rata qb 109.46 lb/s/ft.

2.2 Gambaran Umum Kota Surabaya

Kota Surabaya terletak antara 07⁰ 21⁰ Lintang Selatan dan 112⁰ 36⁰ - 112⁰ 54⁰ Bujur Timur. Wilayahnya merupakan daratan rendah dengan ketinggian 3-6 meter diatas permukaan air laut, kecuali di sebelah selatan ketinggian 25-50 meter diatas permukaan air laut. Dengan Luas wilayah keseluruhan kurang lebih 326,36 km² yang terbagi dalam 31 Kecamatan dan 163 Desa/Kelurahan dengan 5 wilayah pembantu walikota yaitu surabaya utara, surabaya timur, surabaya selatan, surabaya barat dan surabaya pusat. Wilayah kota surabaya di sebelah utara dan timur berbatasan dengan selat madura lalu di sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Sidoarjo dan sebelah baratnya berbatasan dengan kabupaten gresik.(BPS Surabaya,2013)

Jumlah penduduk Kota Surabaya tahun 2015 mencapai 2,85 juta jiwa. 49,38 persen dari jumlah tersebut adalah penduduk Laki-laki dan 50,62 persen adalah perempuan. Persentase penduduk terbanyak pada kelompok usia 20-24 tahun yang mencapai 9,97 persen. dengan rata-rata laju pertumbuhan penduduk Kota Surabaya tahun 2011 hingga tahun 2015 adalah 0,60 persen per tahun. (BPS Surabaya, 2016)



Gambar 1. Peta Administrasi Kota Surabaya

Mulai dari tahun 2003, terjadi pengembangan yang pesat di wilayah Surabaya timur untuk mengurangi atau menyebarkan konsentrasi kegiatan di pusat kota. Pengembangan ini menyebabkan berbagai dampak lingkungan pada kawasan pantai timur Surabaya. Pantai Timur Surabaya merupakan daerah lahan basah yang memiliki keanekaragaman ekosistem, baik ekosistem pasir, ekosistem rawa payau dan ekosistem mangrove dengan luas mencapai 3.129 ha pada tahun 1998. Alih fungsi lahan yang terus terjadi menyebabkan berkurangnya lahan untuk konservasi di kota Surabaya. Dalam 10 tahun terakhir terjadi alih fungsi lahan dari kawasan mangrove menjadi tambak yang mencapai 8,18 Ha/tahun. (Pradana, 2014)

Berdasarkan RTRW Kota Surabaya 2013, kawasan konservasi di wilayah timur diarahkan pada wilayah pantai timur. Secara administratif batas ke arah laut (Pesisir) Surabaya terdiri dari 11 kecamatan yang meliputi Kecamatan Benowo, Asemrowo, Krembangan, Pabean Cantikan, Semampir, Kenjeran, Bulak, Mulyorejo, Sukolilo, Rungkut, dan Gununganyar yang

dikenal dengan sebutan Pamurbaya yang merupakan kepanjangan dari pantai timur surabaya.(BPS Surabaya). Kawasan pesisir Pamurbaya tersebut dikembangkan sebagai kawasan yang terintegrasi dengan pengembangan kota yang fokus dalam pengembangan fasilitas wilayah pesisir. Pamurbaya dinormakan menjadi kawasan lindung berupa hutan mangrove yang terintegrasi dengan ekosistem pesisir dan wisata alam. Namun, berdasarkan pengamatan lapangan, banyak ditemukan pertumbuhan perumahan formal seperti Pakuwon City, Bumi Marina Mas, Sukolilo Park Regency, Sukolilo Dian Regency, Green Semanggi Mangrove, Green Lake dan Pantai Keputih Permai. Bahkan ada persil di tengah kawasan konservasi mangrove yang telah dikuasai pengembang perumahan. Pemukiman yang terus berkembang di kawasan pantai timur surabaya pun tidak kalah besar dalam memberikan dampak yang signifikan pada lingkungan sekitarnya. Pencemaran limbah rumah tangga menyebabkan penurunan hasil perikanan tangkap yang drastis di sekitar pantai timur surabaya. Keberlanjutan Kawasan Pantai Timur Surabaya perlu dijaga mengingat peran kawasan tersebut sangat berpengaruh pada kondisi lingkungan Kota Surabaya, salah satunya pengaruhnya adalah abrasi yang dapat mengakibatkan banjir.(Wulandari dan Setiawan,2015).

Sedimentasi sebagai dampak dari pembangunan mengakibatkan sungai menjadi dangkal sehingga semakin mudah terjadi overtopping aliran sungai menggenangi daerah sekitar. Kemampuan lahan untuk menampung, menahan dan menyimpan air ke dalam tanah sudah semakin menurun sehingga proses infiltrasi dan perkolasi air di dalam tanah menjadi tidak efektif dan semakin berkurang. Berkurangnya luas penyebaran tanaman atau vegetasi (vegetalcover) juga akan mengakibatkan berkurangnya evaporasi dan pada saat hujan akan mengurangi intersepsi air hujan (Putro,2009).

2.3 Angin

Angin adalah massa udara yang bergerak. Faktor pendorong bergeraknya massa udara adalah perbedaan tekanan udara antara satu tempat dengan tempat yang lain. Jika tidak ada gaya lain yang mempengaruhi, maka angin akan bergerak secara langsung dari udara bertekanan tinggi ke udara bertekanan rendah. Akan tetapi, perputaran bumi pada sumbunya, akan menimbulkan gaya yang akan mempengaruhi arah pergerakan angin. Angin terdiri dari arah dan kecepatan. Arah angin ditetapkan sebagai arah dimana angin datang, sementara kecepatan angin diartikan sebagai kecepatan perpindahan angin dari satu lokasi ke lokasi yang lain. (Pariwono,1989)

Dahulu sebelum alat pengukur kecepatan angin ditemukan, ilmuwan menentukan kecepatan dan arah angin dengan memperhatikan kondisi lingkungan sekitar. Kondisi

lingkungan ini bisa dijadikan acuan. Cara pengamatan dengan parameter lingkungan ini yaitu dengan membaca keadaan lingkungan dan kemudian disesuaikan dengan pedoman penilaian kecepatan angin menurut skala. Skala yang dipakai adalah Skala Beaufort. Skala Beaufort merupakan sistem yang mengutarakan kecepatan angin berdasarkan efek yang ditimbulkan dari kecepatan angin tersebut.

Tabel 1. Skala Beaufort (Sumber : Wikipedia; Aji dan Cahyadi,2015)

Skala Beaufort	Kategori	Kecepatan Angin (m/s)	Tinggi Gelombang (m)	Keadaan di daratan	Keadaan di lautan
0	Tenang	<1	0	Asap bergerak secara vertikal	Permukaan laut seperti kaca
1	Sedikit tenang	1-3	0-0.2	Angin terasa di wajah ; daun-daun berdesir;kincir angin bergerak oleh angin	Riuk tidak berbuih di puncak
2	Sedikit hembusan angin	4-6	0.2-0.5		Wavelet kecil, puncak terlihat namun tidak pecah
3	hembusan angin pelan	7-10	0.5-1		Wavelet besar, puncak mulai pecah
4	hembusan Angin sedang	11-16	1-2	Mengangkat debu dan menerbangkan kertas; cabang pohon kecil bergerak	Ombak kecil mulai memanjang; garis-garis buih sering terbentuk
5	hembusan Angin sejuk	17-21	2-3	Pohon kecil berayun; siulan terdengar pada kabel telepon; payung sulit digunakan	Ombak ukuran sedang dan banyak semburan air
6	hembusan Angin kuat	22-27	3-4	Pohon-pohon bergerak; terasa sulit berjalan melawan arah angin	Ombak besar mulai terbentuk, buih tipis melebar dari puncaknya, kadang-kadang timbul percikan

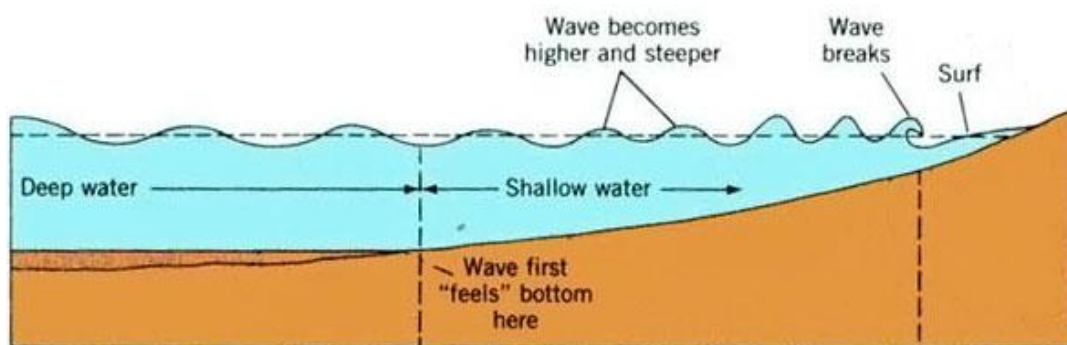
7	Angin mendekati kencang	28-33	4-5.5	Ranting-ranting patah; semakin sulit bergerak maju	Laut mulai bergolak, buih putih mulai terbawa angin dan membentuk alur-alur sesuai arah angin
8	Angin kencang	34-40	5.5-7.5	Kerusakan bangunan mulai muncul; atap rumah lepas; cabang yang lebih besar patah	Gelombang agak tinggi dan lebih panjang ; puncak gelombang yang pecah mulai bergulung; buih yang terbesar anginnya semakin jelas alur- alurnya
9	Angin Kencang sekali	41-47	7.5-10	Jarang terjadi di daratan; pohon- pohon tercabut; kerusakan bangunan yang cukup parah	Gelombang tinggi terbentuk buih tebal berlajur-lajur; puncak gelombang roboh bergulung-gulung; percik- percik air mulai mengganggu penglihatan
10	Badai	48-55	10-12.5	Jarang terjadi di daratan; pohon- pohon tercabut; kerusakan bangunan yang cukup parah	Gelombang sangat tinggi dengan puncak memayungi; buih yang ditimbulkan membentuk tampal-tampal buih raksasa yang didorong angin, seluruh permukaan laut memutih; gulungan ombak menjadi dahsyat; penglihatan terganggu

11	Badai dahsyat	56-64	12.5-16		Gelombang amat sangat tinggi (kapal-kapal kecil sedang terganggu pandangan karenanya), permukaan laut tertutup tertutup penuh tampal-tampal putih buih karena seluruh puncak gelombang menghamburkan buih yang terdorong angin; penglihatan terganggu
12	Badai topan	>64	>16	Sangat jarang terjadi; kerusakan yang menyebar luas	Udara tertutup penuh oleh buih dan percik air; permukaan laut memutih penuh oleh percik-percik air yang terhanyut angin; penglihatan amat sangat terganggu

2.4 Gelombang

Gelombang adalah pergerakan naik dan turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva/grafik sinusoidal. Gelombang laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam tergantung gaya pembangkitnya. Ada gelombang yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut dan gelombang tsunami, dan sebagainya. (Hafli,2014)

Gelombang yang menjalar dari laut dalam (deep water) menuju ke pantai akan mengalami perubahan bentuk karena adanya perubahan kedalaman laut. Pada saat gelombang memasuki daerah yang semakin dangkal, pergerakan gelombang di bagian bawah yang berbatasan dengan dasar laut akan melambat. Pada saat ini mulailah terjadi proses gelombang dimana panjang gelombang berkurang, *wave steepness* (perbandingan antara tinggi dengan panjang gelombang semakin besar dan lama kelamaan gelombang akan pecah. Gelombang yang pecah melepaskan energinya dalam bentuk turbulensi dan energi lainnya yang relatif kecil. Paket energi gelombang yang dibawa melintasi lautan yang beratus bahkan beribu kilometer dihancurkan sepanjang *surf zone* dan *swash zone*. Proses dinamik pemecahan energi gelombang inilah yang merupakan salah satu sumber energi penggerak perubahan garis pantai. (Komar, 1983)



Gambar 2. Proses Gelombang Pecah

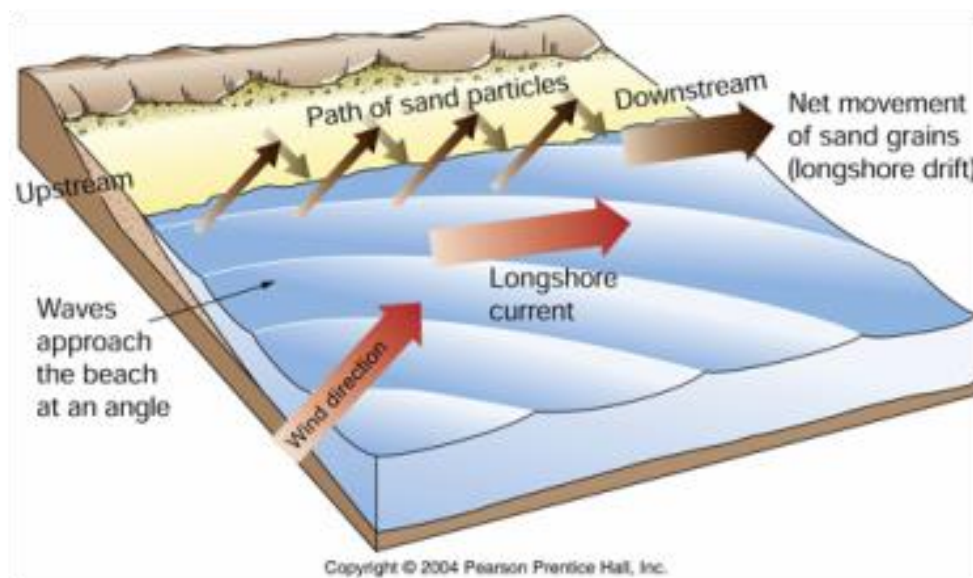
Ditinjau dari sifatnya gelombang dibedakan menjadi dua, yaitu gelombang pembangun (*Constructive wave*) dan gelombang perusak pantai (*Destructive wave*). *Constructive wave* bercirikan mempunyai ketinggian kecil dan kecepatan rambatnya rendah. Sehingga saat gelombang tersebut pecah di pantai akan mengangkat sedimen. Sedimen pantai akan tertinggal di pantai (deposit) ketika aliran balik dari gelombang pecah meresap ke dalam pasir atau pelan-pelan mengalir kembali ke laut. Sedangkan *Destructive wave* biasanya mempunyai ketinggian dan kecepatan rambat yang besar (sangat tinggi). Air yang kembali berputar mempunyai lebih sedikit waktu untuk meresap ke dalam pasir. Ketika gelombang datang kembali menghantam pantai akan ada banyak volume air yang terkumpul dan mengangkat material pantai menuju ke tengah laut atau ke tempat lain.

2.5 Arus

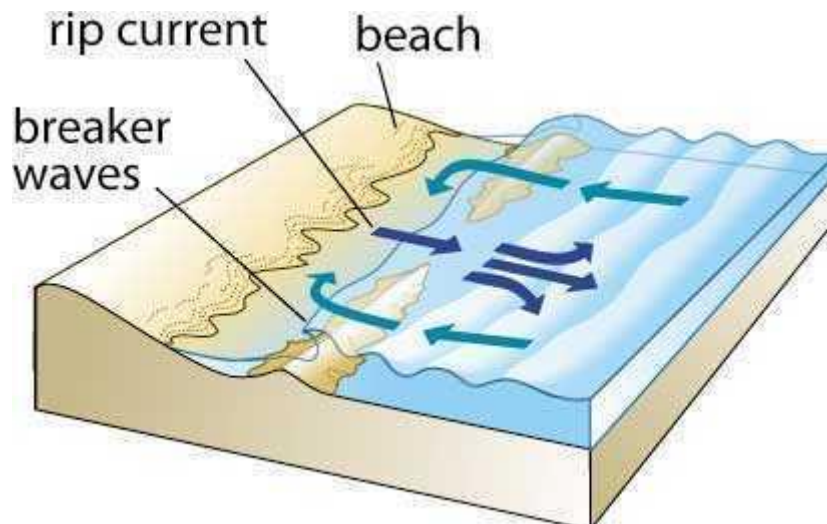
Arus adalah pergerakan suatu massa air dari suatu tempat ke tempat yang lain yang disebabkan oleh tiupan angin atau disebabkan oleh pergerakan pasang surut air laut (Nontji, 1993)

Terdapat dua gaya yang berperan dalam arus yaitu: gaya primer dan gaya sekunder. Gaya primer berperan dalam menggerakkan arus dan menentukan kecepatannya. Gaya primer ini terdiri dari gravitasi, gesekan angin (wind stress), gaya dorong ke atas dan ke bawah (bouyancy), serta tekanan atmosfer. Gaya sekunder mempengaruhi arah gerakan dan kondisi aliran arus. Gaya sekunder meliputi gaya Coriolis dan gesekan lapisan air laut itu sendiri (Pond and Pickard, 1983).

Sirkulasi arus di sekitar pantai dapat digolongkan dalam tiga jenis, yaitu: arus sepanjang pantai (Longshore current), arus seret (Rip current), dan aliran balik (Back flows/cross-shore flows). Sistem sirkulasi arus tersebut seringkali tidak seragam antara ketiganya bergantung kepada arah/sudut gelombang datang. Pada kawasan pantai yang diterjang gelombang menyudut ($\alpha > 5^\circ$) terhadap garis pantai, arus dominan yang akan terjadi adalah arus sejajar pantai (longshore current). Sedangkan apabila garis puncak gelombang datang sejajar dengan garis pantai, maka akan terjadi 2 kemungkinan arus dominan di pantai. Yang pertama, bila di daerah surf zone terdapat banyak penghalang bukit pasir (sand bars) dan celah-celah (gaps) maka arus yang terjadi adalah berupa sirkulasi sel dengan rip current yang menuju laut. Kemungkinan kedua, bila di daerah surf zone tidak terdapat penghalang yang mengganggu maka arus dominan yang terjadi adalah aliran balik (back flows).



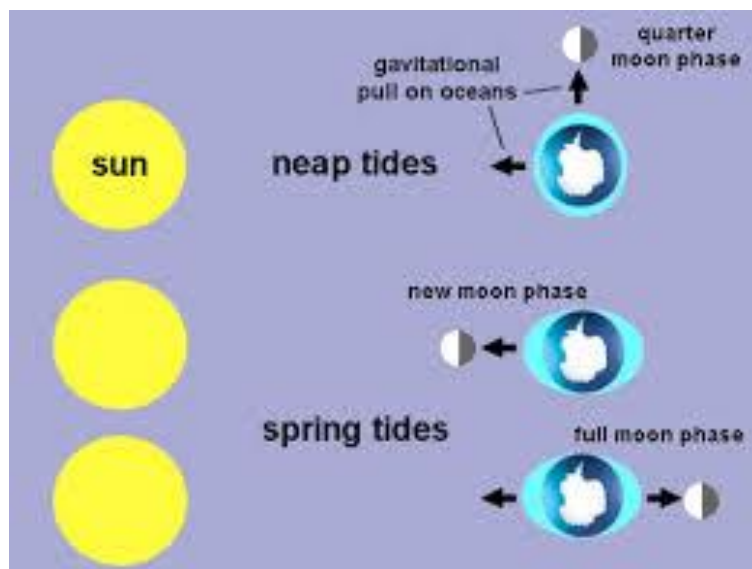
Gambar 3. Ilustrasi Longshore current



Gambar 4. Ilustrasi Rip Current

2.6 Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut sebagai fungsi waktu karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, namun jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, sehingga mengakibatkan pengaruh gaya tarik bulan lebih besar 2,2 kali lipat dari pada pengaruh gaya tarik matahari. (CERC,1984)



Gambar 5. Gaya pembangkit pasang surut

Tinggi pasang surut adalah jarak vertikal antara air tertinggi dan air terendah yang berturutan. Periode pasang surut ialah waktu yang diperlukan dari posisi muka air pada muka air rerata ke posisi yang sama berikutnya. Periode dimana muka air naik disebut pasang,

sedangkan pada saat air turun disebut surut. Dilihat dari posisi bulan dan matahari pasang surut akan memiliki nilai terendah dan tertinggi. Pada saat bulan, bumi dan matahari berada pada garis lurus yang maka akan terjadi proses pasang surut purnama (spring tide). Spring tide akan mengakibatkan tinggi pasang surut sangat besar dibandingkan pada hari-hari yang lain. Sebaliknya jika tinggi pasang surut sangat rendah dibandingkan hari-hari yang lain berarti sedang terjadi proses pasang surut perbani (neap tide). Pasang surut mempengaruhi elevasi tinggi gelombang yang membawa material sedimen dari dan menuju kearah pantai. Selain itu pasang surut juga berpengaruh pada kecepatan dan arah arus. Arus yang ditimbulkan oleh pasang surut cukup kuat untuk membawa material sedimen dalam jumlah yang cukup besar. (Wahyudi dan Jupantara,2004)

Menurut Triatmodjo (1999) Pasang surut di wilayah Indonesia dapat dibedakan menjadi 4 jenis yaitu:

1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut adalah 12 jam 24 menit.

2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

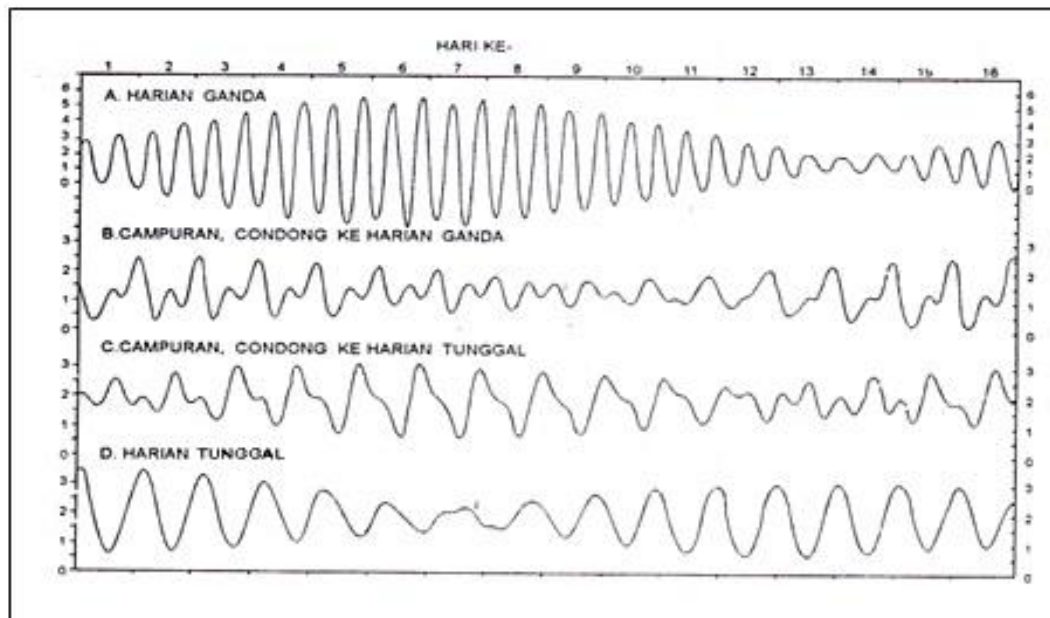
Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Tipe ini terjadi di Perairan Selat Karimata.

3. Pasang surut tipe campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Tipe ini banyak terjadi di daerah perairan Indonesia Timur

4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*)

Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Tipe ini terjadi di selat Kalimantan dan pantai Utara Jawa Barat.



Gambar 6. Tipe Pasang Surut (Hutabarat dan Evans, 1984)

Secara kuantitatif, tipe pasang surut perairan dapat ditentukan dengan bilangan Formzahl yang mempunyai formula sebagai berikut (Pariwono, 1998):

$$F = \frac{A_{O1} + A_{K1}}{A_{M2} + A_{S2}} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

F : Bilangan Formzahl

A_{O1} : Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

A_{K1} : Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari

A_{M2} : Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

A_{S2} : Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari

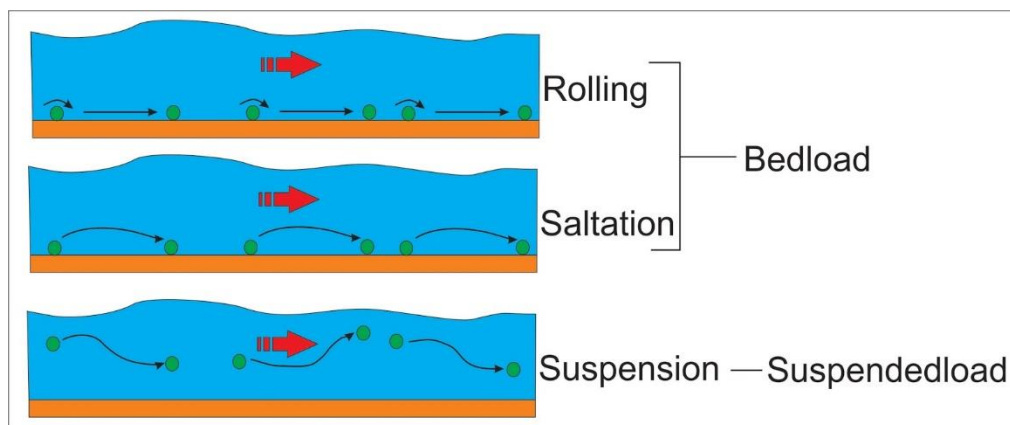
Tipe pasang surut berdasarkan bilangan Formzahl (Pariwono, 1998):

- $< 0,25$: Pasang surut bertipe ganda
- $0,25 - 1,25$: Pasang surut bertipe campuran dengan tipe ganda yang menonjol
- $1,25 - 3,00$: Pasang surut bertipe campuran dengan tipe tunggal yang menonjol
- $> 3,00$: Pasang surut bertipe tunggal

2.7 Transpor Sedimen

Properti sedimen merupakan faktor penting dalam proses erosi dan sedimentasi, antara lain ukuran partikel dan distribusi butir, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, dan tahanan terhadap erosi. Transpor sedimen merupakan perpindahan material sedimen dari suatu tempat tertentu ke tempat lainnya. Perpindahan ini berupa penambahan (inflow) atau pengurangan material (outflow). Jika outflow lebih banyak daripada inflow maka akan terjadi erosi dan sebaliknya jika outflow lebih sedikit dibandingkan dengan inflow maka terjadi proses akresi. Transpor sedimen di pantai terjadi karena angin, gelombang, arus dan pasang surut. Pada daerah pesisir pantai gerakan dari air dapat terjadi karena adanya kombinasi dari gelombang dan arus. Gelombang dan arus memiliki peranan yang sama besarnya dalam mengaduk dan memindahkan material ke tempat lain. Fenomena diatas juga bergantung pada karakteristik dari material dasar pantai dan pengaruh gelombang dan arus.

Di kawasan pantai terdapat dua arah pengangkutan sedimen. Yang pertama adalah pergerakan sedimen tegak lurus pantai (*cross-shore transport*) atau boleh juga disebut dengan pergerakan sedimen menuju dan meninggalkan pantai (*onshore-offshore transport*). Angkutan sedimen ini mempunyai arah penjalaran yang tegak lurus dengan garis pantai dan dipengaruhi oleh gelombang, ukuran butir material, kemiringan pantai. Yang kedua, pergerakan sedimen sepanjang pantai atau sejajar pantai yang biasa disebut dengan *longshore transport*. Sedimen transport sejajar dengan pantai dipengaruhi oleh arah gelombang dan sudut wave crest dengan garis pantai. *Longshore sediment transport* dapat menyebabkan berbagai permasalahan, seperti terjadinya erosi dan akresi (Komar,1983).



Gambar 7. Pergerakan Transpor Sedimen

Umumnya pergerakan transpor sedimen terbagi menjadi tiga yaitu *bed load*, *wash load* dan *suspended load*. *Wash Load* terdiri dari partikel halus berupa lempung (*silk*) dan debu (*dust*) yang diangkut oleh air yang terbawa oleh aliran sungai. Partikel ini akan terbawa aliran sampai ke laut, atau dapat juga mengendap pada aliran yang tenang atau pada air yang tergenang dan biasanya pergerakan *wash load* ini tidak berada di dasar. Sumber utama dari *wash load* adalah hasil pelapukan lapisan atas batuan atau tanah di dalam daerah aliran sungai. Perhitungan dari *wash load* ini dapat diabaikan.

2.7.1 Bed Load Transport

Bed load didefinisikan sebagai bagian dari total *load* yang terus menerus berada didasar saat terjadi transpor sedimen, partikel ini hanya berguling, menggelinding atau lompat-lompat kecil di dasar karena kecepatan aliran yang relatif lambat. Maka dari itu, *bed load* ini harus diperhitungkan sehubungan dengan tegangan geser efektif yang bekerja di dasar. Ada beberapa rumus yang dikembangkan dalam perhitungan *bed load*. Setiap rumus telah dikembangkan dan mencakup rentang parameter dan kondisi tertentu. (Liu,2001).

2.7.1.1 Meyer Peter Muller-1948

Rumus Bed load transport dari Meyer Peter ini telah memiliki tegangan geser kritis didalamnya, biasanya digunakan untuk diameter sedimen lebih dari 3 mm. (Delft 3D User Manual,2014)

$$S = 8 \alpha D_{50} (\Delta g D_{50})^{0.5} (\mu \theta - \xi \theta_{cr})^{3/2} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana : α = koefisien kalibrasi

Δ = relative density dengan rumus $(\rho_s - \rho_w)/\rho_w$

μ = ripple factor or efficiency factor

θ_{cr} = critical mobility parameter = 0.047

ξ = hiding and exposure factor for the sediment fraction

Shield mobility parameter $\theta = (q/C)^2 (1/\Delta D_{50}) \dots\dots\dots(3)$

q = nilai besaran flow velocity (m/s)

Ripple factor $\mu = \min \{ (C/C_{g,90})^{1.5}, 1.0 \} \dots\dots\dots(4)$

$$C_{g,90} = \text{Chézy coefficient related to grains} = 18 \log \frac{12(d + \zeta)}{D_{90}} \dots\dots\dots(5)$$

2.7.1.2 Engelund Hansen-1967

Rumus Engelund Hansen biasa digunakan untuk sungai dan estuari. (Delft 3D User Manual,2014)

$$S = S_b + S_{s,eq} = \frac{0.05 \alpha q^5}{\sqrt{g} C^3 \Delta^2 D_{50}} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana q = nilai besaran flow velocity (m/s)

Δ = Relative density

C = Koefisien Chézy friction

α = Koefisien kalibrasi

2.7.1.3 Van Rijn – 1993

Van Rijn-1993 membedakan transport sedimen sesuai dengan titik referensi. Rumus *bed load transport* menurut Van Rijn-1993 ialah: (Delft 3D User Manual,2014)

$$|S_b| = 0.006 \rho_s w_s D_{50} M^{0.5} M_\epsilon^{0.7}$$

Dimana: S_b = bedload transport (kg/ms)

M = sediment mobility number dikarenakan arus dan gelombang

M_ϵ = excess sediment mobility number

$$M = \frac{v_{eff}^2}{(s-1)g D_{50}} \dots\dots\dots(7)$$

$$M_\epsilon = \frac{(v_{eff} - v_{cr})^2}{(s-1)g D_{50}} \dots\dots\dots(8)$$

$$v_{eff} = \sqrt{v_R^2 + U_{on}^2} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana: v_{cr} = critical depth average velocity pada gerakan inisiasi (m/s)

v_r = nilai besaran depth average velocity yang dihitung dari kecepatan
di lapisan komputasional bawah (m/s)

U_{on} = near-bed peak orbital velocity (m/s)

2.7.2 Suspended Transport

Suspended load didefinisikan sebagai bagian dari total *load* yang bergerak tanpa menyentuh dasar dikarenakan adanya agitasi dari turbulen fluida. Jika kecepatan aliran semakin cepat, gerakan loncatan material akan semakin sering terjadi sehingga apabila butiran tersebut tergerus oleh aliran utama atau aliran turbulen ke arah permukaan, maka material tersebut tetap bergerak (melayang) di dalam aliran dalam selang waktu tertentu (Zhou Liu,2001).

3 dimensi suspended transport dapat dihitung dengan menyelesaikan 3 dimensi rumus keseimbangan massa untuk suspended sedimen yaitu : (Delft 3D User Manual,2014)

$$\frac{\partial c^{(l)}}{\partial t} + \frac{\partial uc^{(l)}}{\partial x} + \frac{\partial vc^{(l)}}{\partial y} + \frac{\partial (w - w_s^{(l)})c^{(l)}}{\partial z} + - \frac{\partial}{\partial x} (\epsilon_{s,x}^{(l)} \frac{\partial c^{(l)}}{\partial x}) - \frac{\partial}{\partial y} (\epsilon_{s,y}^{(l)} \frac{\partial c^{(l)}}{\partial y}) - \frac{\partial}{\partial z} (\epsilon_{s,z}^{(l)} \frac{\partial c^{(l)}}{\partial z}) = 0 \dots\dots\dots(10)$$

2.8 Rencana Tata Ruang Wilayah Kota

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (PerMen PU) No.17/PRT/M/2009 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota merupakan tindak lanjut dari pelaksanaan ketentuan Pasal 18 ayat (3) Undang-Undang Nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Pedoman Penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota ini dimaksudkan sebagai acuan dalam kegiatan penyusunan rencana tata ruang wilayah kota oleh pemerintah daerah kota dan para pemangku kepentingan lainnya yang bertujuan untuk mewujudkan rencana tata ruang wilayah kota yang sesuai dengan ketentuan dalam Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Ruang lingkup Peraturan Menteri ini memuat ketentuan teknis muatan rencana tata ruang wilayah kota serta proses dan prosedur penyusunan rencana tata ruang wilayah kota.

Terdapat tiga hal yang menjadi acuan penyusunan rencana tata ruang wilayah yaitu Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Nasional dan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Provinsi, pedoman dan petunjuk pelaksanaan bidang penataan ruang, dan rencana pembangunan jangka panjang daerah.

Dalam penyusunan RTRW pemerintah harus memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan wilayahnya seperti upaya pemerataan pembangunan, pertumbuhan ekonomi, daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup dan masalah-masalah yang terjadi di wilayah tersebut. Rencana tata ruang wilayah kota sangat penting dan urgent karena akan menjadi dasar untuk penerbitan perizinan lokasi pembangunan dan administrasi pertanahan dan memiliki jangka waktu 20 (dua puluh) tahun dan dapat ditinjau kembali 1 (satu) kali dalam 5 (lima) tahun.

Tujuan penyusunan rencana tata ruang wilayah adalah:

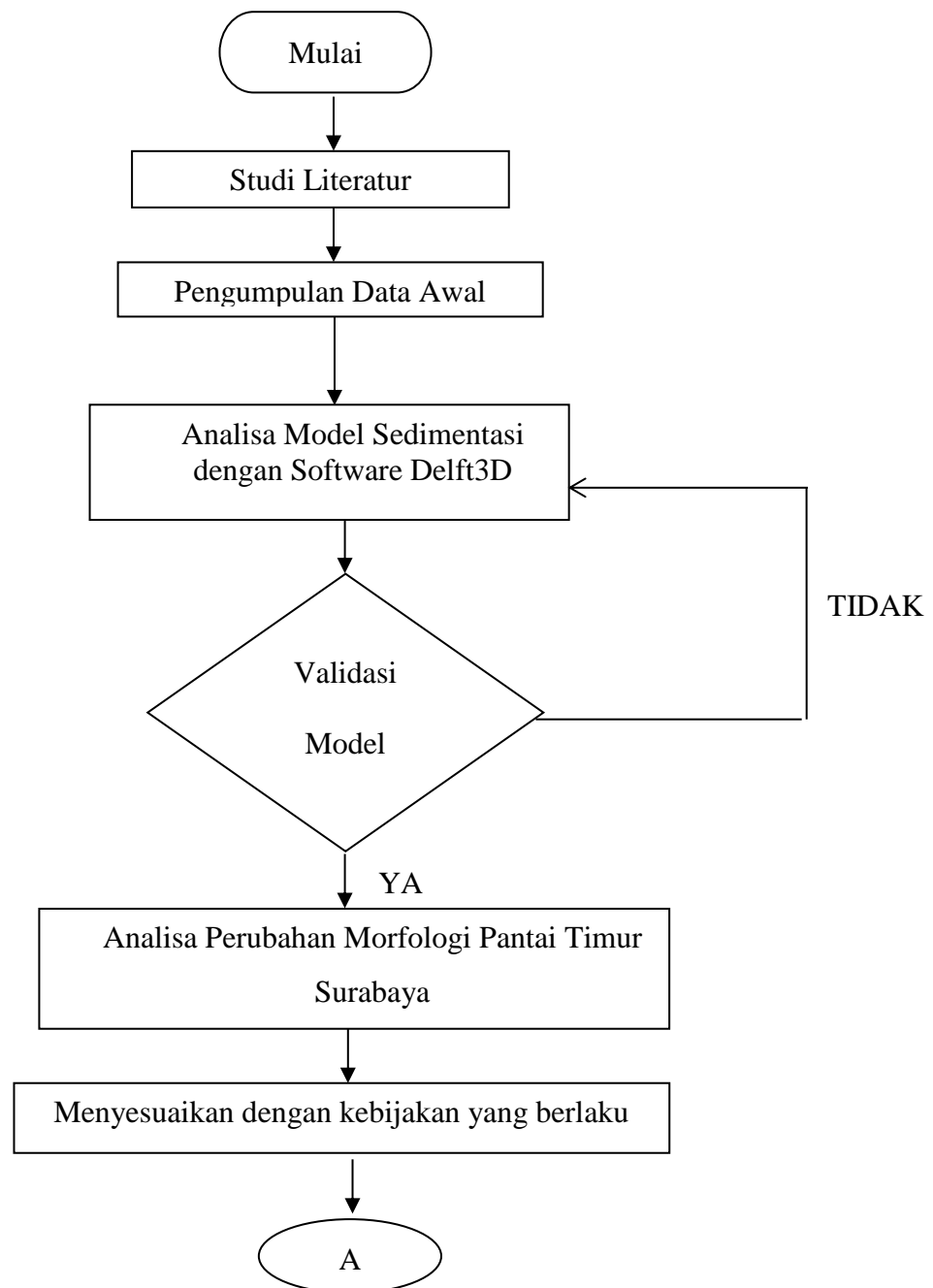
1. Untuk penetapan ruang kawasan lindung dan kawasan budidaya sehingga sumber daya wilayah tetap terjaga keseimbangannya.
2. Mewujudkan keterpaduan dalam penggunaan sumber daya alam dan sumber daya buatan dengan memperhatikan sumber daya manusia
3. Meningkatkan pemanfaatan sumber daya alam dan sumber daya buatan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia
4. Mewujudkan perlindungan fungsi ruang dan mencegah serta menanggulangi dampak negatif terhadap lingkungan seperti banjir, erosi dan sedimentasi
5. Mewujudkan keseimbangan kepentingan kesejahteraan dan keamanan untuk sumber daya manusia di dalam suatu wilayah

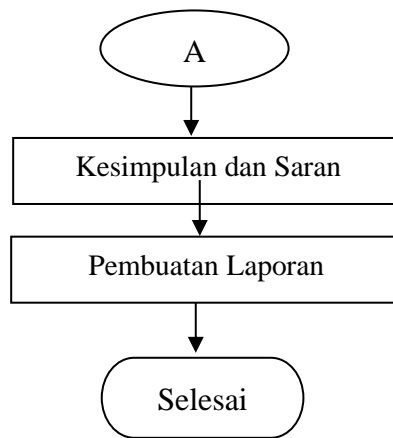
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan digambarkan melalui diagram alir (*flowchart*) di bawah ini.





Gambar 8. Diagram Alir

3.2 Prosedur Penelitian

Untuk dapat menyelesaikan diberikan penjelasan terperinci mengenai langkah-langkah pengerjaan yang akan dijabarkan sebagai berikut ini:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memberikan penjelasan terhadap permasalahan yang ada. Tahapan ini memberikan tambahan pengetahuan terhadap permasalahan yang akan dibahas di tugas akhir ini dengan mencari dan mempelajari literatur yang diperlukan. Literatur yang dimaksud dapat berupa buku, jurnal, atau pun laporan thesis dan disertasi terdahulu yang membahas permasalahan yang sama dengan tugas akhir ini. Selain itu juga mempelajari proses pengolahan data dan pemodelan dengan menggunakan software Delft3D-Flow yang dapat dipelajari melalui modul yang terdapat pada software tersebut.

2. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan untuk pengerjaan penelitian ini ialah data batimetri, data pasang surut, dan data sedimentasi. Data batimetri didapatkan dari Dishidros tahun 2010, data arus pasang surut didapatkan dari Dishidros Tahun 2015, dan data sedimentasi didapatkan dari pengukuran langsung di tahun 2015. Selain data lingkungan, penulis juga mengumpulkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Surabaya khususnya kawasan pantai timur surabaya dari Review Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Surabaya Berdasarkan UU Penataan Ruang No.26 Tahun 2007.

3. Analisa Model Sedimentasi dengan Delft3D

Setelah didapatkan data-data lingkungan yang diperlukan kemudian semua data tersebut di modelkan dengan menggunakan software Delft3D pada Module Flow dan Module Wave. Pemodelan ini dilakukan untuk menganalisa dan memprediksi pergerakan transpor sedimen yang merubah morfologi pantai di kawasan pantai timur surabaya. Selain itu pula, pemodelan ini berfungsi untuk membantu pengilustrasian.

4. Validasi Model

Pada dasarnya pada tahap ini untuk melihat kesesuaian hasil *running* pada model dengan kondisi asli yang terjadi di lingkungan. Validasi yang diberikan pada model ialah validasi pasang surut dan validasi bed load transport.

5. Analisa Perubahan Morfologi Pantai Timur Surabaya

Setelah hasil output permodelan keluar, maka langkah selanjutnya ialah menganalisa hasil perubahan morfologi pesisir Pantai Timur Surabaya dan juga dibandingkan dengan perubahan morfologi pesisir di tahun sebelumnya menggunakan citra satelit.

6. Menyesuaikan dengan kebijakan yang berlaku

Membandingkan kondisi riil dengan rencana pengembangan pada kebijakan tata ruang yang berlaku di kota surabaya. Kebijakan tata ruang yang digunakan ialah Review Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Surabaya Berdasarkan UU Penataan Ruang No.26/2007 tahun 2009

7. Kesimpulan dan Saran

Membuat kesimpulan yang sesuai dengan perumusan masalah yang telah dibuat dan memberikan saran yang tepat untuk pengembangan kawasan pantai timur surabaya dan penelitian-penelitian selanjutnya

8. Penyusunan Laporan

Penulisan laporan meliputi penulisan mulai dari awal (latar belakang, tujuan, dan sebagainya) sampai dengan saran dan kesimpulan dari hasil analisis yang telah hingga pemberian kesimpulan dan saran.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian

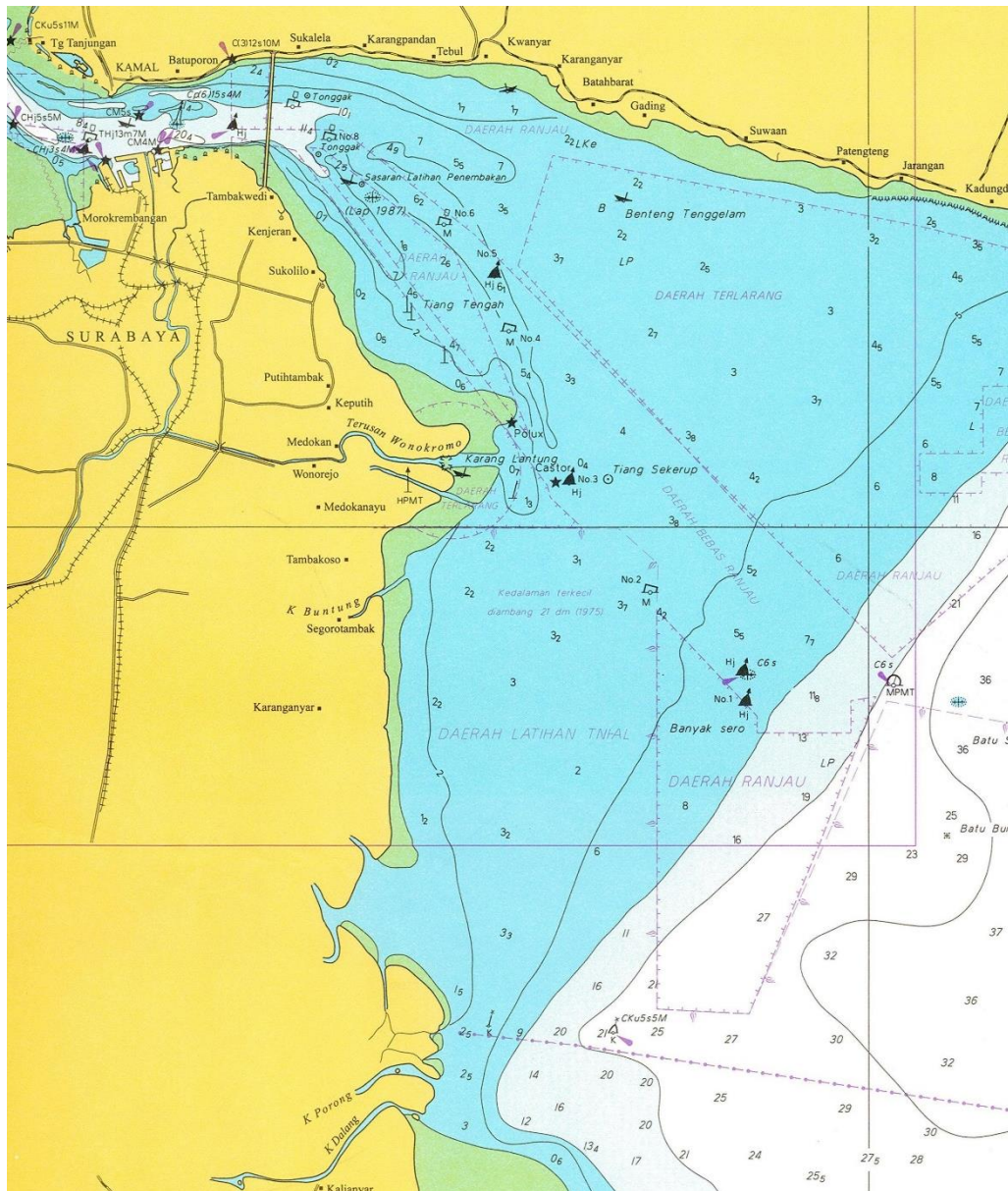
Lokasi studi pada penelitian ini berada di Kota Surabaya. Secara geografis terletak pada koordinat $7^{\circ}12'00''\text{LS}$ - $7^{\circ}20'00''\text{LS}$ dan $112^{\circ}44'00''\text{BT}$ - $112^{\circ}56'00''\text{BT}$. Daerah yang ditinjau pada penelitian ini adalah Kawasan Pesisir Pantai Timur Surabaya (Pamurbaya) yang terbentang dari kecamatan Gunung Anyar hingga kecamatan Perak Utara.



Gambar 9. Peta Administrasi Kota Surabaya

4.2 Data Batimetri

Data batimetri yang digunakan ialah data dari Dinas Hidro-Oseanografi tahun 2010 terhadap acuan MSL (Mean Sea Level)

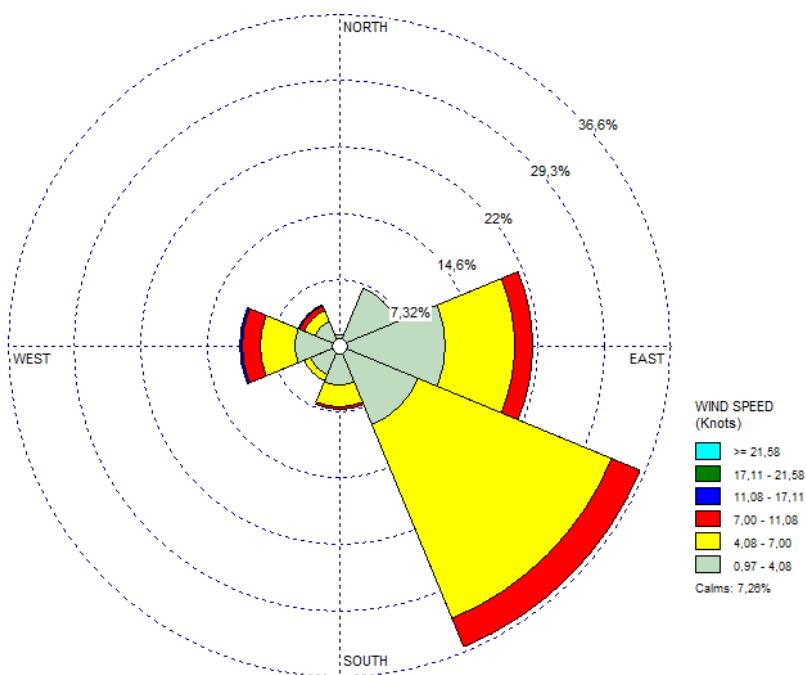


Gambar 10. Data Batimetri

4.4 Data Angin dan Gelombang

Data angin dan gelombang yang digunakan ialah data 12 tahun yaitu data tahun 2004 hingga tahun 2015 diukur di daerah perairan Wonorejo pada 112.900994 E dan 7.308481 S. Dari pengukuran tersebut didapatkan bahwa :

1. Arah angin rata-rata : 150^0
2. Rata-rata Kecepatan angin : 4 knots
3. Arah datang gelombang rata-rata : 110^0
4. Rata-rata gelombang signifikan : 0.45 meter
5. Rata-rata periode gelombang : 5.41 s



Gambar 11. Wind Rose

Dari gambar 11, dapat terlihat bahwa bahwa arah dominan dari gelombang datang adalah arah tenggara. Hal ini sesuai dikarenakan laut pada Pantai Timur Surabaya merupakan kawasan tertutup di utara terdapat Pulau Madura dan di barat terdapat Pulau Jawa. Hal ini menunjukkan bahwa arah dominan gelombang dari arah tenggara dirasa masuk akal, sehingga arah tenggara dapat dijadikan sebagai arah dominan gelombang datang.

4.3 Data Pasang Surut Muka Air Laut

Data pasang surut muka air laut yang digunakan ialah data pasang surut dari buku prediksi pasang surut Dinas Hidro dan Oseanografi tahun 2015. Data yang digunakan dalam penelitian ini ialah data pada tanggal 19 April 2015 00:00:00 sampai dengan 03 Mei 2015 23:00:00. Data pasang surut ditunjukkan oleh tabel Tabel 2.

Tabel 2. Data pasang surut dalam decimeter

#	hour @	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	19/04/2015	21	19	15	12	9	8	9	12	16	21	24	26	25	22	18	13	8	5	5	6	9	13	17	20
2	20/04/2015	20	20	17	14	11	10	10	12	15	19	23	25	26	24	20	15	11	7	5	5	7	10	14	17
3	21/04/2015	19	19	18	16	13	12	11	12	15	18	22	24	25	25	22	18	13	9	6	5	5	7	10	14
4	22/04/2015	16	17	18	17	15	14	13	13	15	17	20	23	24	24	23	20	16	12	8	6	5	6	8	11
5	23/04/2015	13	15	16	16	16	15	15	15	16	17	19	21	23	23	23	21	18	15	11	9	7	6	7	9
6	24/04/2015	10	12	14	15	15	16	16	16	17	18	19	20	21	22	22	21	19	17	14	11	9	8	7	8
7	25/04/2015	9	10	11	13	14	15	16	17	18	18	19	19	20	20	20	20	19	18	16	4	12	10	9	8
8	26/04/2015	8	8	10	11	13	15	16	18	18	19	19	19	19	19	19	19	18	18	17	16	15	13	11	9
9	27/04/2015	8	8	8	9	11	14	16	18	19	20	20	19	18	17	17	17	17	17	17	17	17	15	13	11
10	28/04/2015	10	8	8	8	10	12	15	18	19	20	20	19	18	16	15	15	15	16	17	17	18	17	16	14
11	29/04/2015	11	9	8	8	9	12	14	17	20	21	21	20	18	16	14	13	13	14	15	17	18	18	17	16
12	30/04/2015	13	11	9	8	9	11	14	17	20	21	22	21	18	16	13	11	11	11	13	15	17	18	18	17
13	01/05/2015	15	13	10	9	9	11	14	17	20	22	23	22	19	16	13	10	9	9	11	13	16	18	19	18
14	02/05/2015	17	14	12	10	10	11	13	17	20	23	24	23	21	17	13	10	8	7	7	11	14	16	18	19
15	03/05/2015	18	15	13	11	10	11	13	16	20	23	25	24	22	19	15	10	7	6	6	8	11	14	17	18

Dari data diatas, dapat diperoleh konstanta nilai pasang surut. Konstanta diperoleh dengan bantuan program perhitungan konstanta pasang surut dengan menggunakan metode Admiralty. Konstanta pasang surut ini digunakan sebagai input permodelan. Nilai konstanta pasang surut yang didapatkan ialah seperti pada Tabel 3:

Tabel 3. Konstanta Pasang Surut

Konstanta Pasang Surut	Amplitude (m)	Phase (deg)
M8	0.0049	336.15
S4	0.0046	257.33
MSF	0.0072	354.15
M4	0.004	265.26
MS4	0.0066	55.15
SK3	0.0153	08.88
S2	0.2776	332.96
M2	0.4199	334.38
K1	0.4577	288.54
O1	0.2712	267.4

4.5 Data Sedimen

Data sedimen yang digunakan ialah hasil uji lab parameter Total Suspended Solid (TSS) di sungai wonorejo dan Juanda pada tanggal 25 Agustus 2015. Analisa pengujian ini dilakukan dengan metode Gravimetri.

Di sungai wonorejo, sampling air diambil di sepuluh lokasi yaitu:

Tabel 4. Lokasi Pengambilan Sampel TSS di Wonorejo

SAMPEL	SOUTH	EAST
1	07°18.436'	112°49.397'
2	07°18.447'	112°49.618'
3	07°18.614'	112°50.350'
4	07°18.306'	112°50.651'
5	07°18.153'	112°50.785'
6	07°18.031'	112°51.787'
7	07°17.649'	112°51.454'
8	07°17.285'	112°51.299'
9	07°18.508'	112°51.233'
10	07°18.941'	112°51.234'



Gambar 12. Peta Pengambilan Sampel TSS di Wonorejo

Dan didapatkan hasil pengujian TSS sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Uji TSS di Sungai Wonorejo

Sampel No.		TSS (mg/l)	Sampel No.		TSS (mg/l)
1	a	22	6	a	32
	b	20		b	82
	c	32		c	54
2	a	24	7	a	42
	b	44		b	48
	c	100		c	62
3	a	24	8	a	62
	b	24		b	86
	c	28		c	246
4	a	22	9	a	60
	b	27		b	60
	c	23		c	56
5	a	30	10	a	100
	b	28		b	112
	c	60		c	118

Dari data analisa laboratorium seperti pada tabel diatas, maka dapat ditentukan nilai median parameter TSS di Sungai Wonorejo adalah 57.6 mg/L atau sama dengan 0.0576 Kg/m³.

Di Juanda sampling air diambil di lima lokasi yaitu:

Tabel 6. Lokasi Pengambilan Sampel TSS di Juanda

SAMPEL	SOUTH	EAST
1	07°23.032'	112°49.991'
2	07°23.060'	112°49.617'
3	07°23.089'	112°49.228'
4	07°23.189'	112°48.883'
5	07°23.017'	112°50.158'



Gambar 13. Peta Pengambilan Sampel TSS di Juanda

Dan didapatkan hasil pengujian TSS sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Uji TSS di Juanda

Sampel No.		TSS (mg/l)
1	a	74
	b	216
	c	252
2	a	86
	b	120
	c	200
3	a	190
	b	236
	c	324
4	a	306
	b	352
	c	1120
5	a	190
	b	304
	c	862
6	a	92
	b	134
	c	90
7	a	62
	b	70
	c	66
8	a	72
	b	94
	c	86

Dari data analisa laboratorium seperti pada tabel diatas, maka dapat ditentukan nilai median parameter TSS di Sungai Wonorejo adalah 492 mg/L atau sama dengan 0.492 Kg/m³.

4.6 Tahapan Permodelan Sedimen Transport

Delft3D merupakan piranti lunak yang mampu memodelkan proses-proses pantai secara numerik serta ditampilkan secara digital. Terdapat beberapa hal penting yang perlu diperhatikan agar hasil dari model numerik yang terproses mampu memiliki kemiripan dengan kondisi *existing*, antara lain :

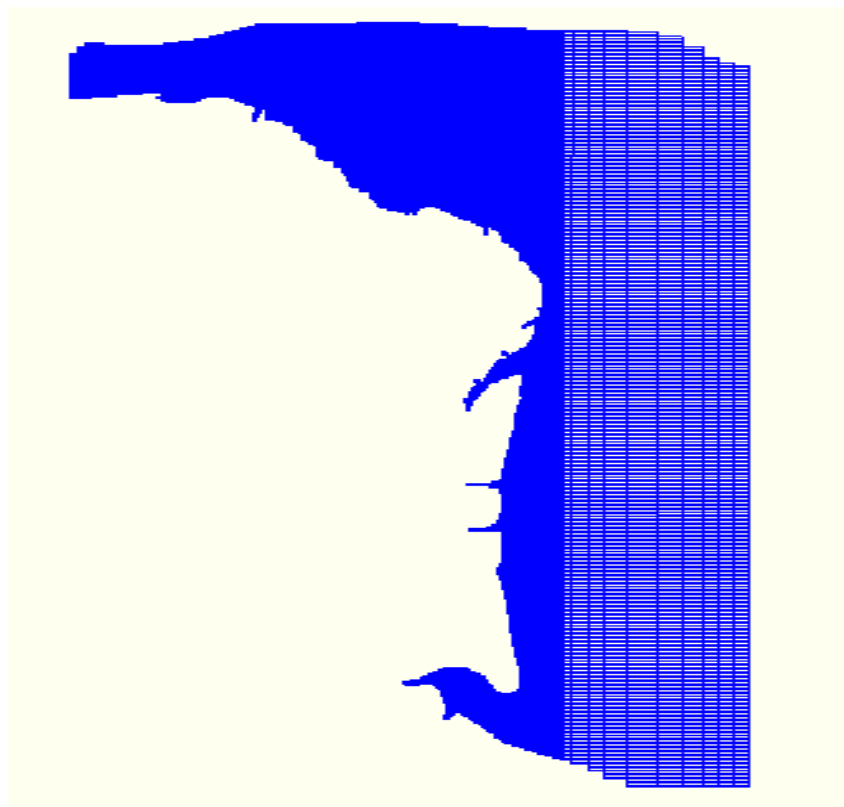
1. Memahami arah arus laut serta sumber pembangkitnya, dimana dalam proses analisis ini pembangkit arus bersumber dari pasang surut dan gelombang dominan.
2. Memahami sifat dari transpor sedimen dan sedimen yang digunakan yaitu sedimen kohesif, dimana akan diangkut secara melayang (*suspended load transport*) dan

sedimen non-kohesif, dimana diangkut secara menggelinding pada dasar laut (*bed load transport*).

3. Mendefinisikan data *input* awal
4. Mendefinisikan data *input* pada batasan di *boundaries* model.
5. Mendefinisikan data *input Physical Properties* termasuk massa jenis air, chezy, sedimen dan morfologi.
6. Melakukan validasi antara hasil pengukuran dengan hasil model.

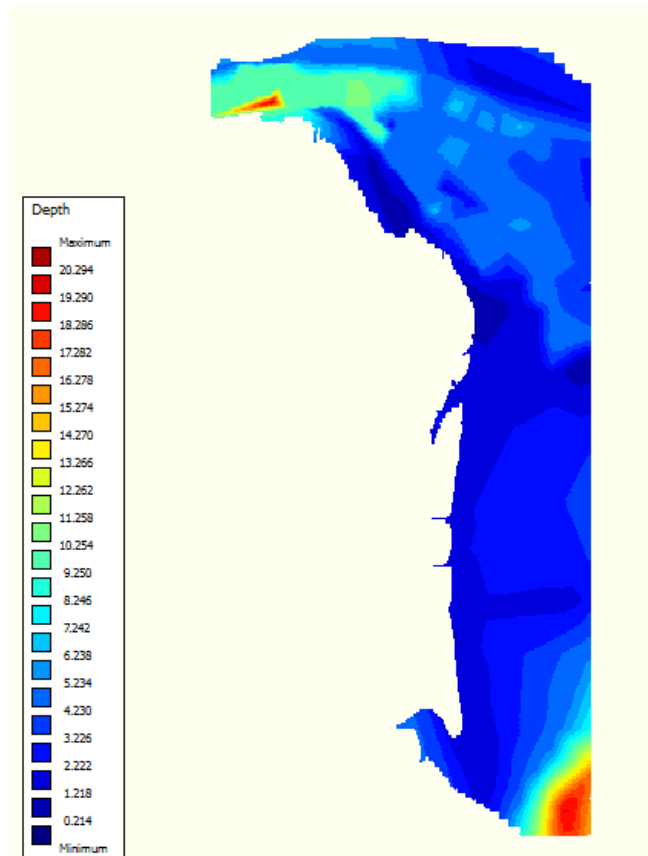
4.6.1 Meshing Grid

Langkah pertama dalam permodelan ialah membuat grid kondisi saat ini sesuai dengan kontur peta surabaya di dalam menu RFGRID. Pemetaan mengacu pada koordinat kartesius. Karena area yang di tinjau dalam tugas akhir ini adalah area yang dekat dengan pantai maka model grid dibuat semakin kecil ketika mendekati pantai. Hal ini bertujuan agar hasil model dari area yang ditinjau lebih detail.



Gambar 14. Grid Permodelan di Delft 3D

Setelah selesai membuat grid, maka langkah selanjutnya adalah memasukkan file grid ke menu QUICKIN untuk menginput kedalaman. Penginputan kedalaman dilakukan dengan memasukkan file sampel batimetri yang berformat XYZ yang nantinya akan diubah menjadi file depth. Gambar 15 menunjukkan grid yang telah diberi kedalaman.



Gambar 15. Permodelan yang telah diberi kedalaman

4.6.2 Delft 3D-FLOW

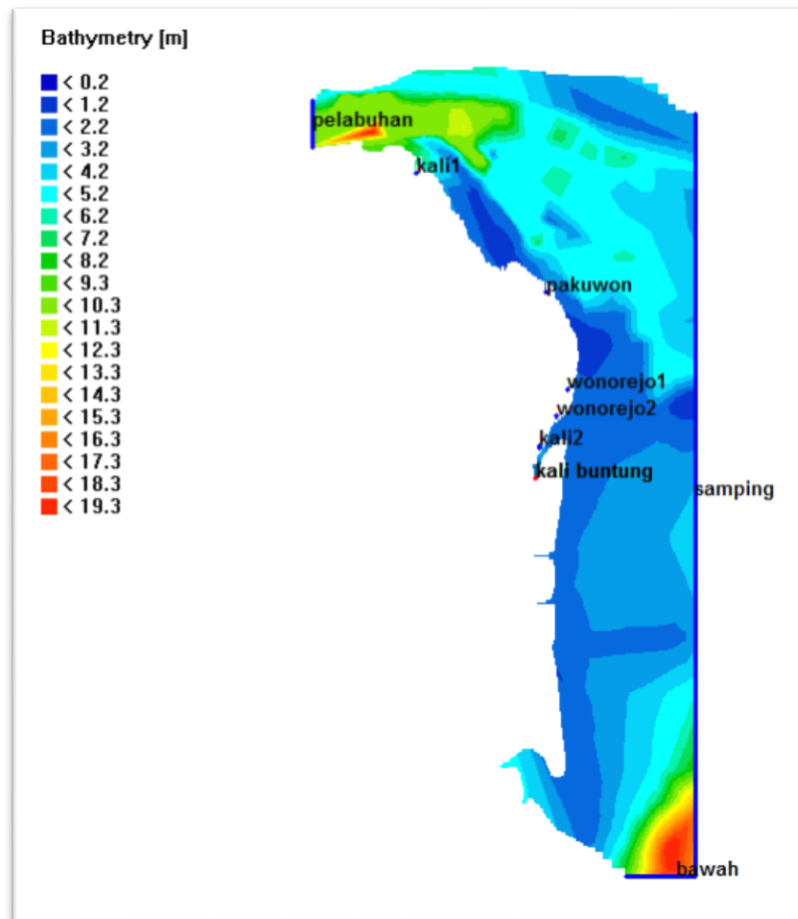
Dalam modul Flow, ada beberapa inputan yang dimasukan yaitu:

1. Time frame pemodelan yaitu 19 April 2015 00:00 hingga 03 Mei 2015 23:00
2. Initial condition yaitu kondisi awal water level dan sedimen
3. Boundaries

Dalam permodelan ini terdapat sembilan boundaries yaitu satu boundaries atas (laut lepas dekat pelabuhan tanjung perak), satu boundaries samping (laut lepas bagian timur), satu boundaries bawah (laut lepas bagian selatan) dan enam boundaries di beberapa sungai di kawasan Pantai Timur Surabaya. Pada boundaries atas dan bawah diberikan jenis boundary Time series Neuman ditambah dengan sedimen 05 kg/m^3 . Pada boundary samping diberikan jenis

boundary astronomical water level. Pada boundary sungai diberikan jenis boundary astronomical total discharge dikarenakan terdapat arus yang keluar masuk di sungai dan juga ditambahkan sedimen.

4. Beberapa parameter fisik lainnya dalam permodelan juga ditentukan, yaitu :



Gambar 16. Boundary pada DELFT 3D-FLOW

Gravitasi = 9.81 m/s^2

Massa Jenis air laut = 1025 kg/m^3

Chezy = 7.5

D50 Sediment = $250 \text{ }\mu\text{m}$

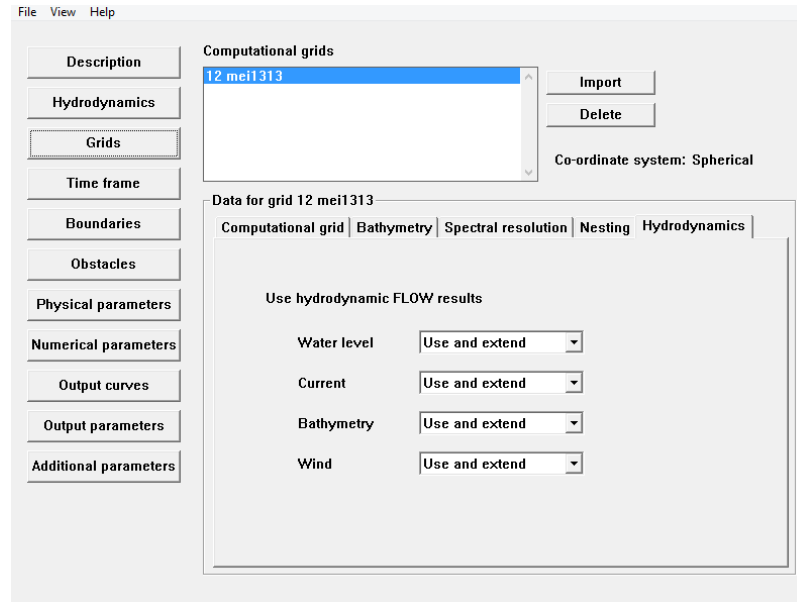
Morphological scale factor = 365

Wind = pada tanggal 19-04-2015 00:00:00 kecepatan anginnya ialah 0.5 m/s dan arah datang anginnya ialah 91° dan tanggal 03-05-2015 23:00:00 kecepatan anginnya ialah 1 m/s dan arah datang anginnya ialah 190°

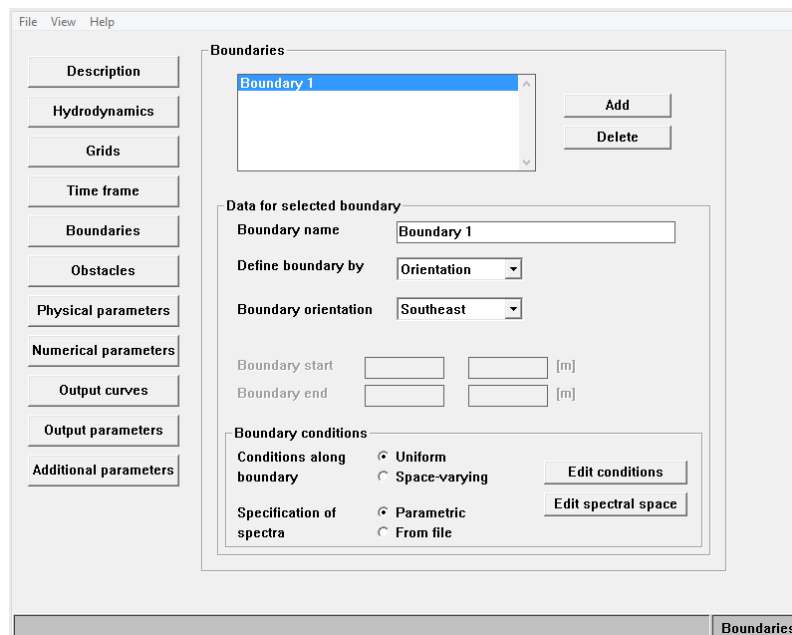
5. Memberikan titik monitoring pada model
6. Menentukan tanggal dan interval output yang diinginkan

4.6.3 Delft 3D-WAVE

Dalam module wave, pertama ialah memasukan grid dan batimetry yang sesuai dengan inputan yang ada di flow lalu memilih *use and extend* pada hydrodynamic grid



Gambar 17. Grid Input Pada Wave Module



Gambar 18. Boundaries Input Pada Wave Module

Di menu boundaries dimasukan orientation arah datang gelombang. Arah terbesar nya ialah datang dari tenggara atau southeast. Lalu diberikan inputan pada edit condition yang telah didapat dari data 1 tahun, sebagai berikut:

Significant wave height = 0.37 m

Peak period = 5.2 s

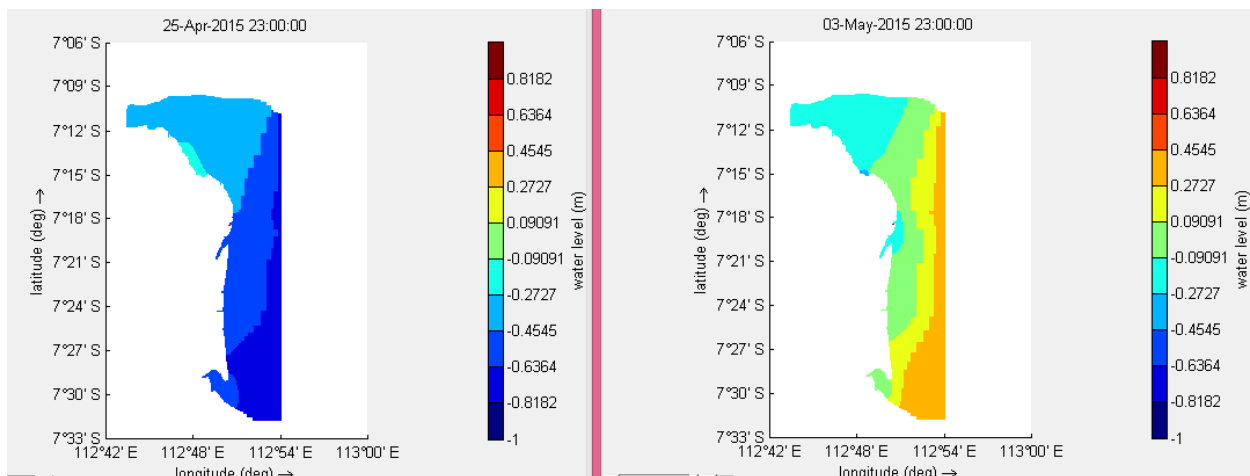
Direction (nautical) = 135^0

Directional spreading = 8

4. 7 Hasil Pemodelan Numerik

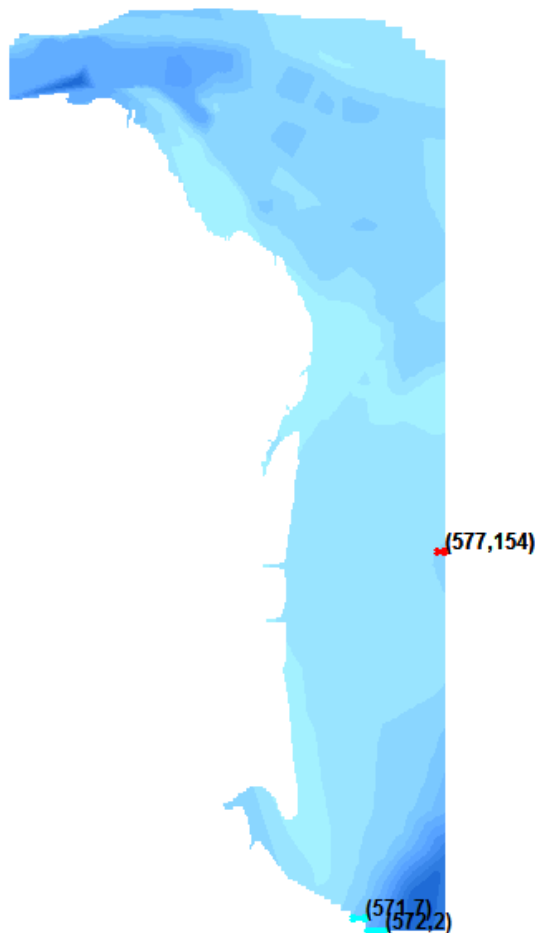
4.7.1 Pasang Surut

Hasil pasang surut permodelan dapat dilihat di menu Quickplot- waterlevel. Pada Gambar 19 mengilustrasikan animasi water level pada 25 April 2015 23:00:00 dan 3 Mei 2015 23:00:00. Pada tanggal 25 April 2018 terlihat bahwa ketinggian permukaan air rendah, hal ini dikarenakan matahari dan bulan membentuk sudut siku-siku terhadap bumi, maka gayatarik bulan dan matahari terhadap bumi saling melemahkan sehingga terjadi kisaran pasang yang minimum (pasang perbani). Pada tanggal 3 Mei 2018 terlihat bahwa ketinggian permukaan air tinggi, hal ini dikarenakan bulan dan matahari terletak sejajar terhadap bumi maka gaya keduanya akan bergabung sehingga menyebabkan terjadinya pasang dengan kisaran terbesar (pasang purnama).



Gambar 19. Hasil animasi permodelan water level

Lalu untuk proses validasi dipilih tiga titik observasi yang akan dibandingkan dengan data pasang surut dari buku prediksi pasang surut dishidros. Tiga titik yang dipilih untuk validasi pasang surut ialah titik (571,7) , (572,2) dan (577,154). Berikut lokasi ke tiga titik tersebut didalam model.

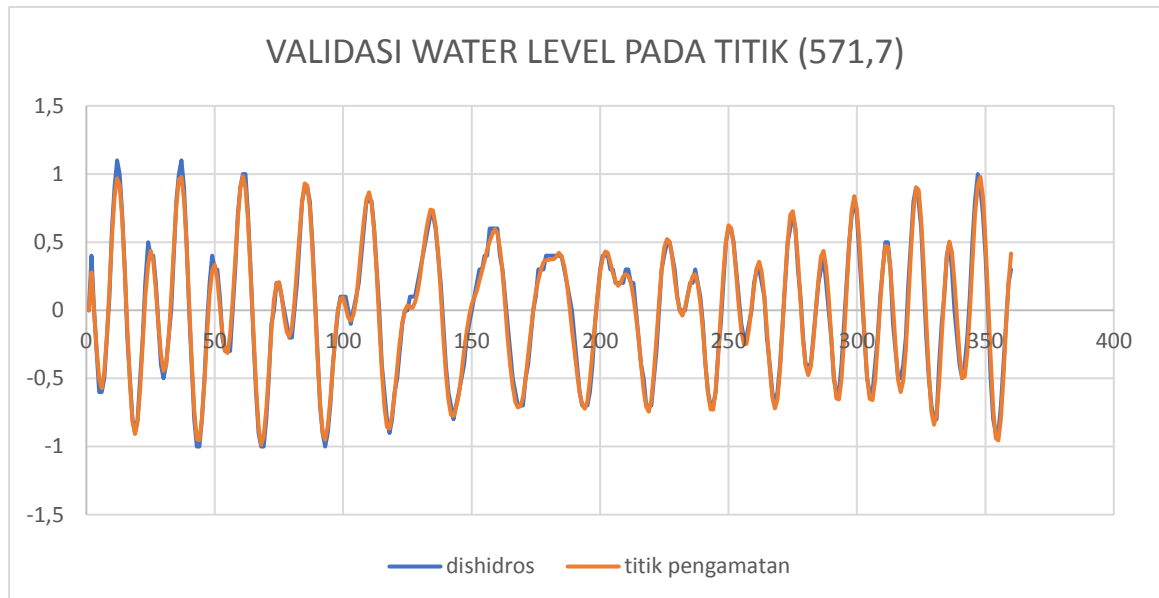


Gambar 20. Titik Observasi Validasi Pasang Surut

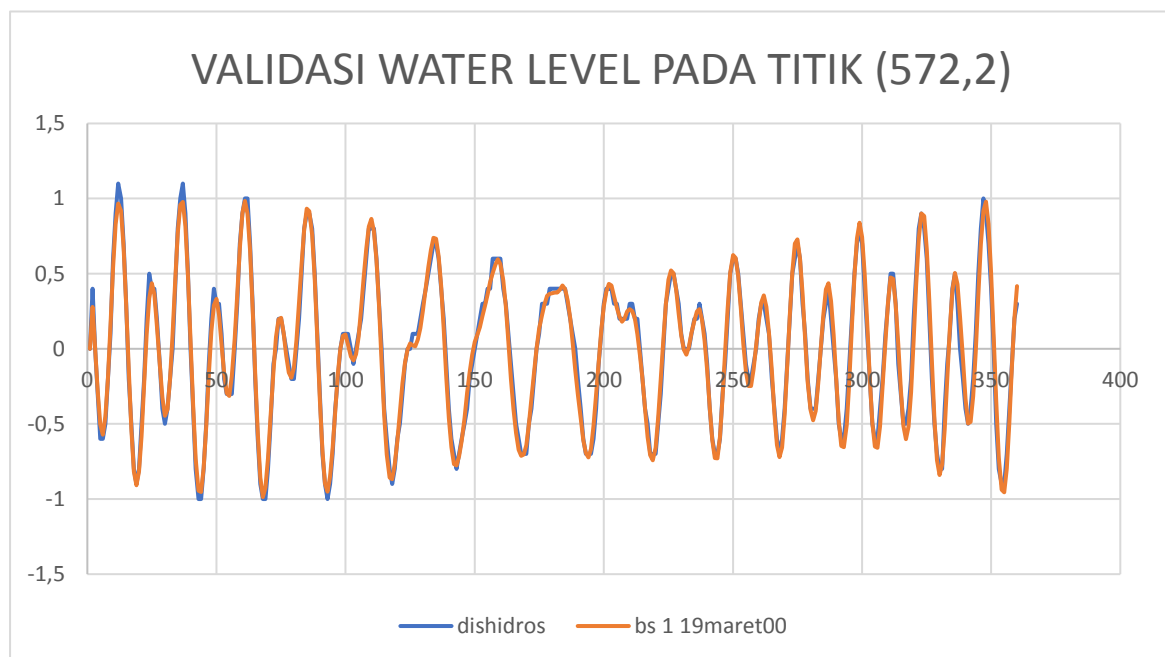
Pada *time step* yang sama, didapatkan hasil validasi antara data pasang surut dari dinas hidro-oseanografi dan data hasil model pada tiga titik observasi yaitu :

1. Error sebesar 12 persen pada titik (572,2)
2. Error sebesar 12 persen pada titik (577,40).
3. Error sebesar 13 persen pada titik (577,154).

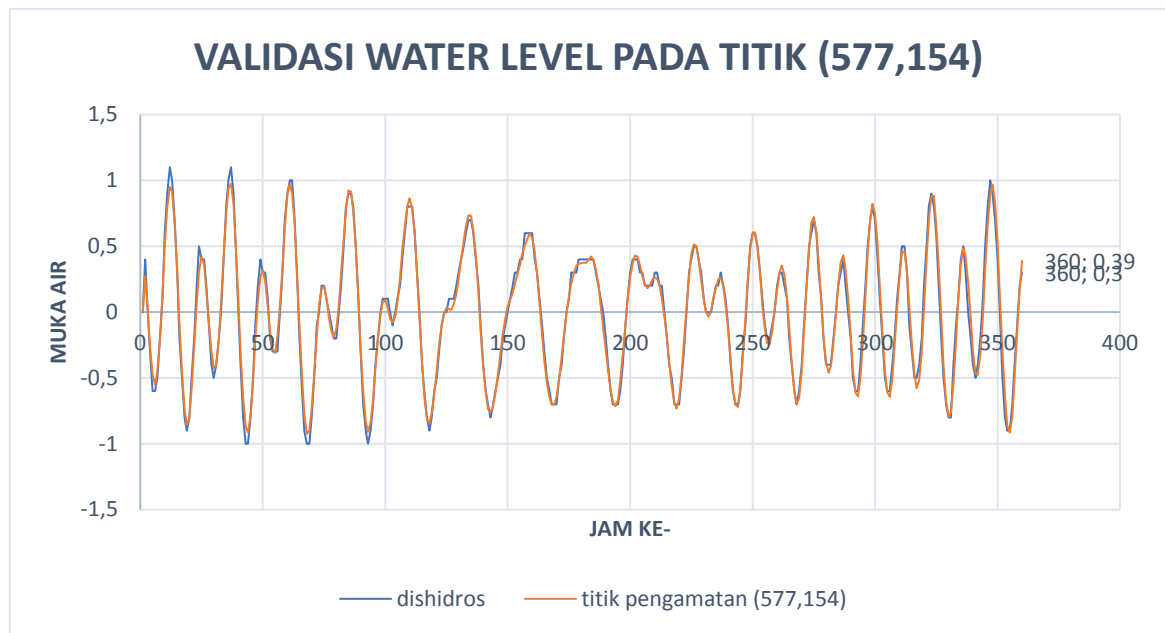
Nilai eror tersebut didapatkan dengan cara menghitung selisih nilai grafik model Delft3D dengan nilai grafik pasut prediksi Dishidros yang kemudian total selisih nilai tersebut dibagi dengan jumlah nilai dari grafik pasut prediksi Dishidros. Grafik perbandingan disajikan pada Gambar 21. Tabel perhitungan kalibrasi pasang surut disajikan pada lampiran 1.



Gambar 21. Grafik Validasi Pasang Surut Pada Titik (571,7)



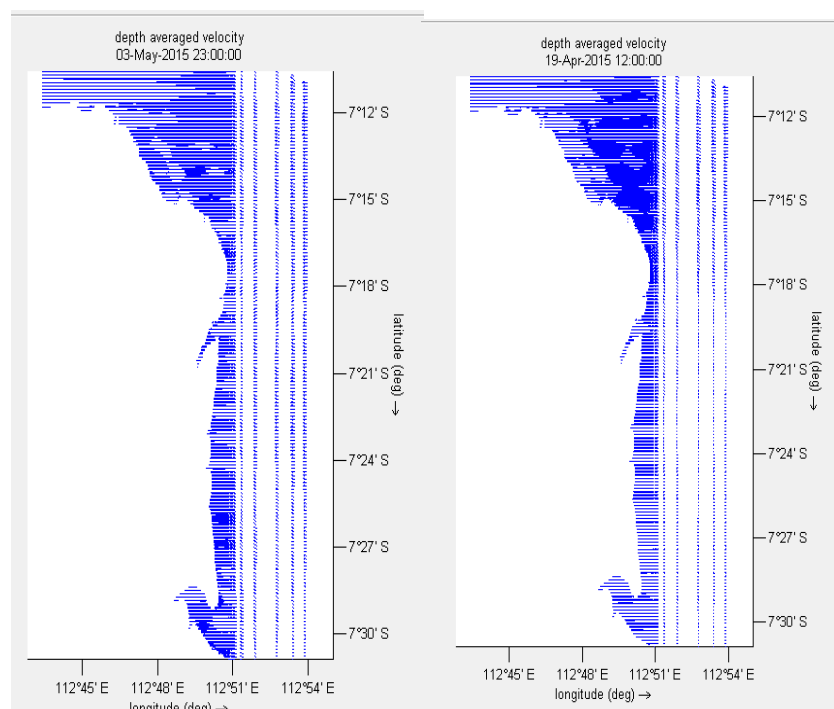
Gambar 22. Grafik Validasi Pasang Surut Pada Titik (572,2)



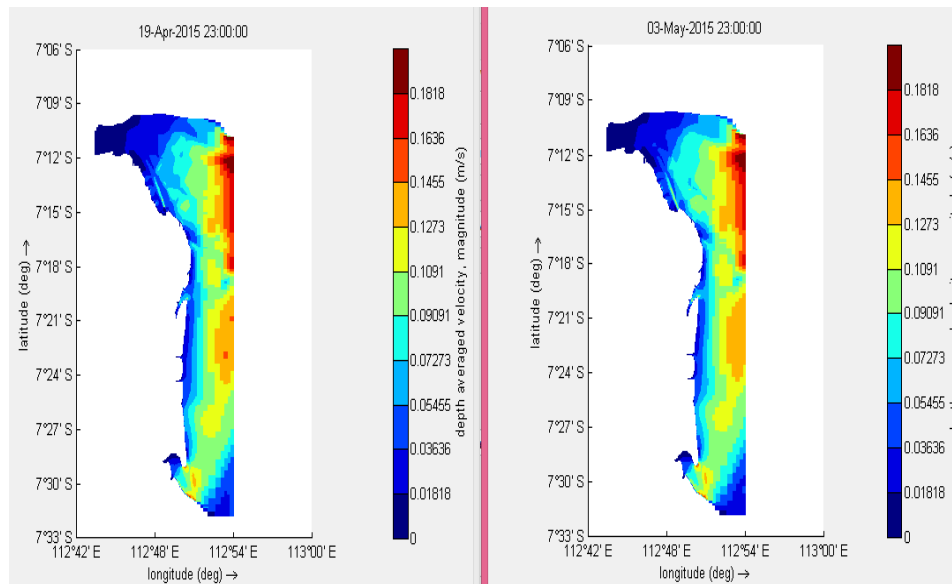
Gambar 23. Grafik Validasi Pasang Surut Pada Titik (577,154)

4.7.2 Arus

Sebaran arus merupakan hasil pemodelan dari gabungan pembangkit arus – pasang surut dengan pembangkit arus – gelombang. Penambahan debit di mulut sungai juga menyebabkan sebaran dari aliran *discharge* semakin meluas.



Gambar 24. Hasil Arah Pemodelan Pola Sebaran Arus

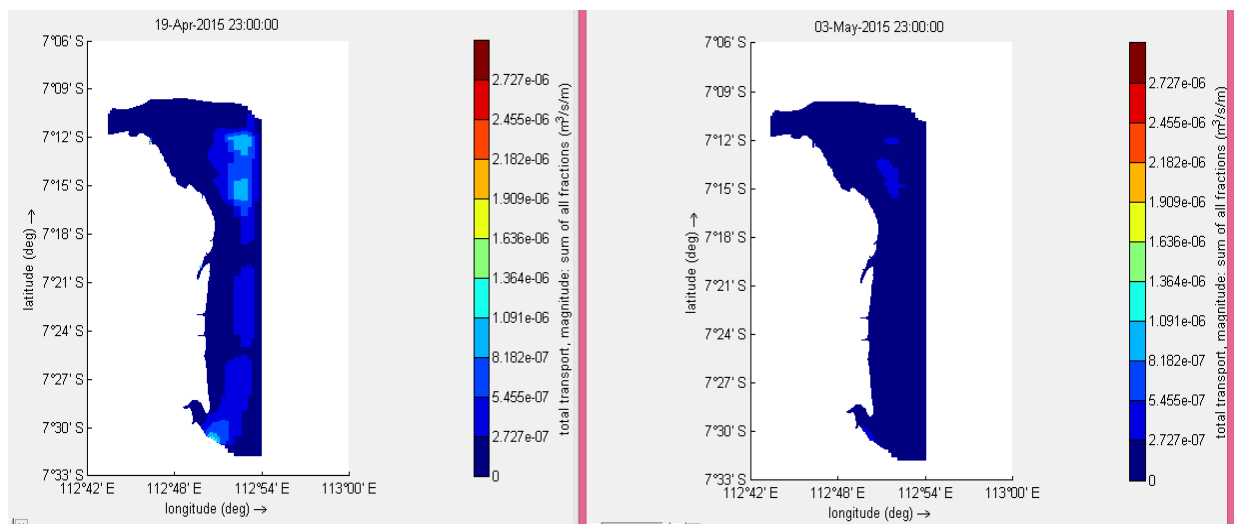


Gambar 25. Hasil Animasi Pemodelan Arus

Untuk validasi arus, dipilih titik pada model grid (493,273) yang akan dibandingkan dengan hasil survey pada tanggal 19 april 2015-3 may 2015 pada longitude 112.900994 E dan latitude 7.308481 S. Dari hasil rata-rata model dan hasil rata-rata survey didapatkan eror sebesar 28 %. Perhitungan lengkap dapat dilihat di Lampiran 2

4.7.3 Transport Sedimen

Total transpor sedimen pada permodelan didominasi oleh sedimentasi, hal ini dapat terlihat dari Gambar 26 yang memperlihatkan hasil awal dan hasil akhir dari total transpor sedimen.



Gambar 26. Perbandingan Total Transport Sedimen Awal dan Akhir

Untuk penjelasan lebih detail, maka dipilih titik observasi sebagai berikut:

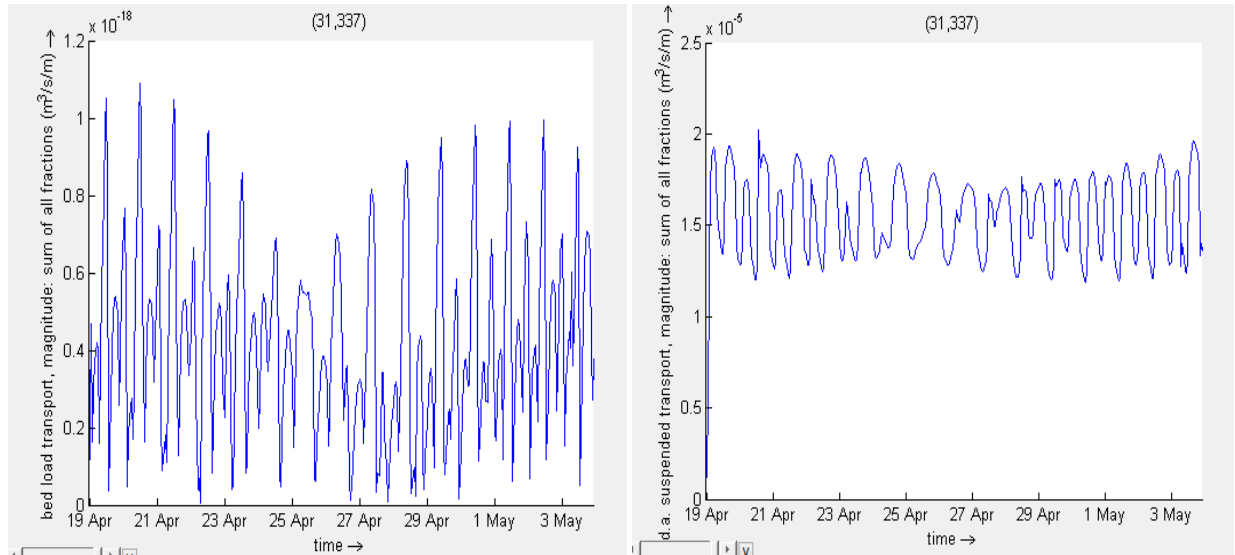
Tabel 8. Lokasi Titik Observasi

No	Titik Observasi	Lokasi pada Grid	Lat Long
1.	(31,337) di Pelabuhan Tanjung Perak	M= 31, N=337	Garis Lintang : -7.1946 ⁰ Garis Bujur : 112.7299 ⁰
2.	(110,336) di Kawasan Militer Surabaya	M= 110, N=336	Garis Lintang : -7.1956 ⁰ Garis Bujur : 112.747510 ⁰
3.	(326,296) di Kenjeran	M= 326, N=296	Garis Lintang : -7.235365 ⁰ Garis Bujur : 112.795750 ⁰
4.	(486,273) di Kalisari	M= 486, N=273	Garis Lintang : -7.25860 ⁰ Garis Bujur : 112.831170 ⁰
5.	(546,222) di Wonorejo	M= 546, N=222	Garis Lintang : -7.309367 ⁰ Garis Bujur : 112.844580 ⁰
6.	(479,197) di Gunung Anyar	M= 479, N=197	Garis Lintang : -7.33480 ⁰ Garis Bujur : 112.8300 ⁰



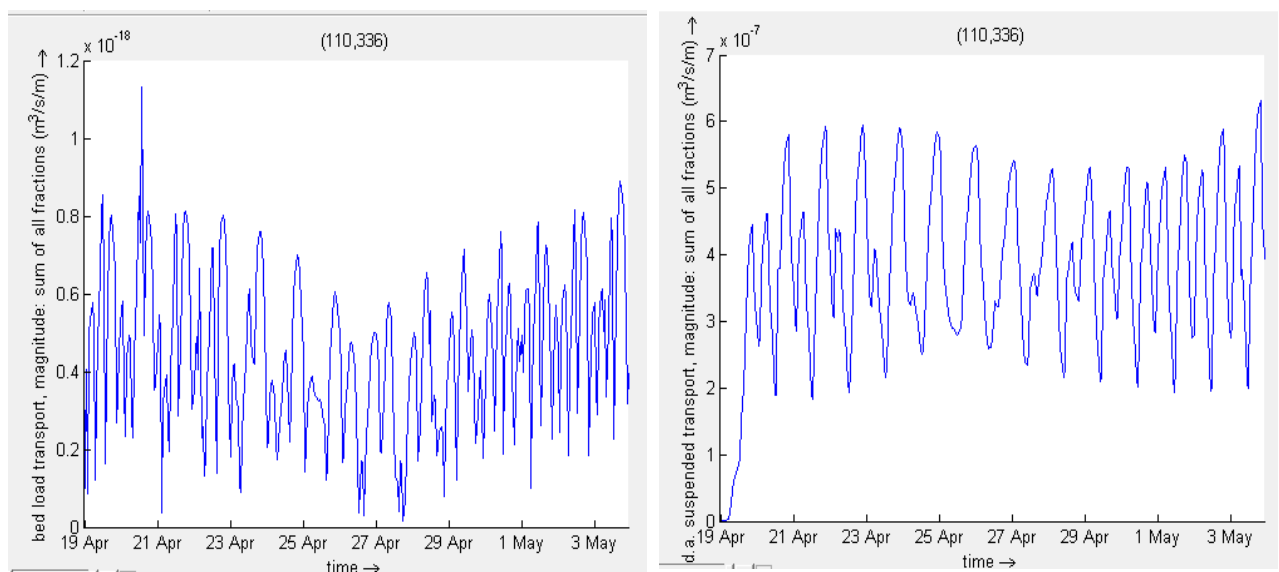
Gambar 27. Perak Peta Lokasi Titik Observasi

Pada Gambar 29 dapat dilihat grafik bed load transport dan suspended transport pada titik (31,337) di Pelabuhan Tanjung Perak. Dari data grafik tersebut didapatkan bahwa total transport terbesar ialah $2 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s/m}$, total transport terkecil ialah $4.7 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s/m}$ dan rata-rata laju total transportnya ialah $1.6 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s/m}$.



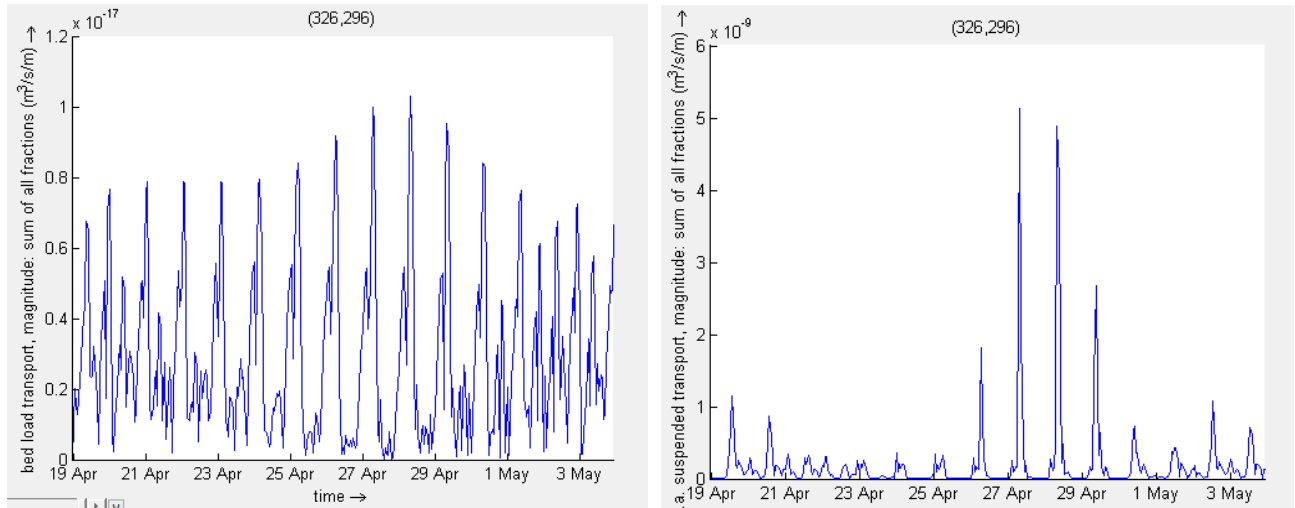
Gambar 28. Grafik Pemodelan Transpor Sedimen Pada Pelabuhan

Pada Gambar 29 dapat dilihat grafik bed load transport dan suspended transport pada titik (110,336) di Kawasan Militer Surabaya. Dari data grafik tersebut didapatkan bahwa total transport terbesar ialah $6.319 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s/m}$, total transport terkecil ialah $8.33 \times 10^{-17} \text{ m}^3/\text{s/m}$ dan rata-rata laju total transportnya ialah $3.8 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s/m}$.



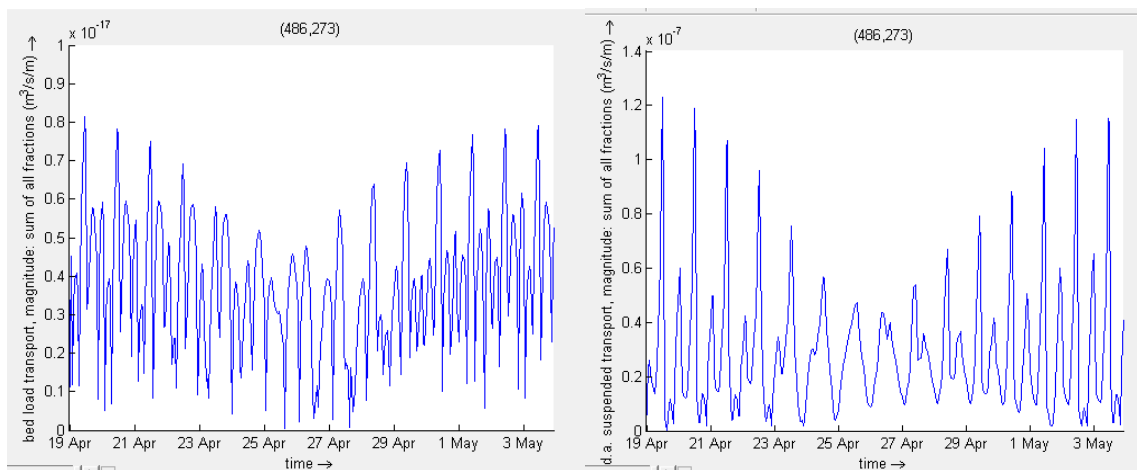
Gambar 29. Grafik Pemodelan Transpor Sedimen Pada Kawasan Militer

Pada Gambar 30 dapat dilihat grafik bed load transport dan suspended transport pada titik (326,296) di Kenjeran. Dari data grafik tersebut didapatkan bahwa total transport terbesar ialah $5.1331 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s/m}$, total transport terkecil ialah $3.3779 \times 10^{-17} \text{ m}^3/\text{s/m}$ dan rata-rata laju total transportnya ialah $1.9622 \times 10^{-10} \text{ m}^3/\text{s/m}$.



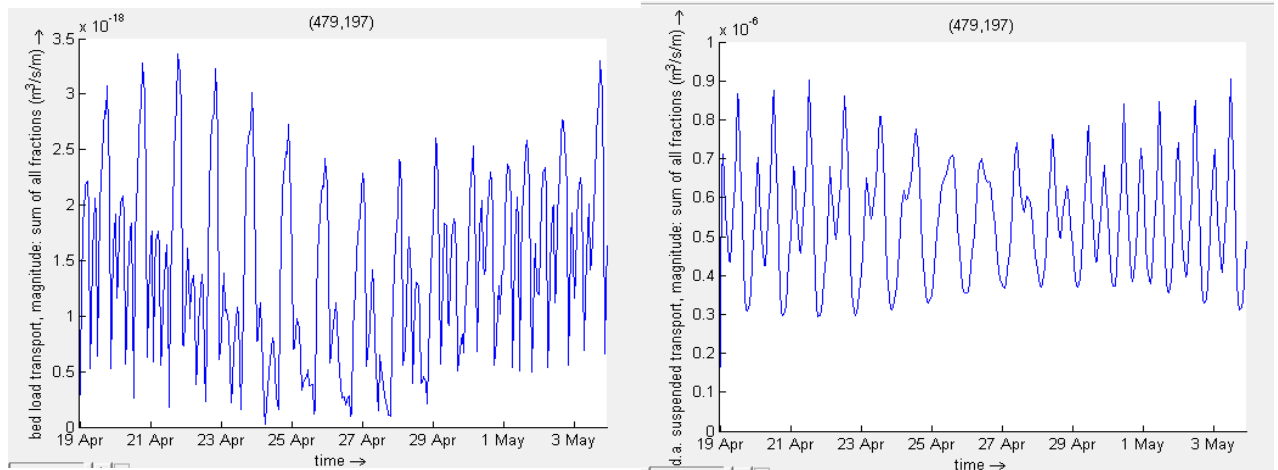
Gambar 30. Grafik Pemodelan Transpor Sedimen di Kenjeran

Pada Gambar 31 dapat dilihat grafik bed load transport dan suspended transport pada titik (486,273) di Kalisari. Dari data grafik tersebut didapatkan bahwa total transport terbesar ialah $1.23 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s/m}$, total transport terkecil ialah $3.655 \times 10^{-10} \text{ m}^3/\text{s/m}$ dan rata-rata laju total transportnya ialah $2.92 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s/m}$.



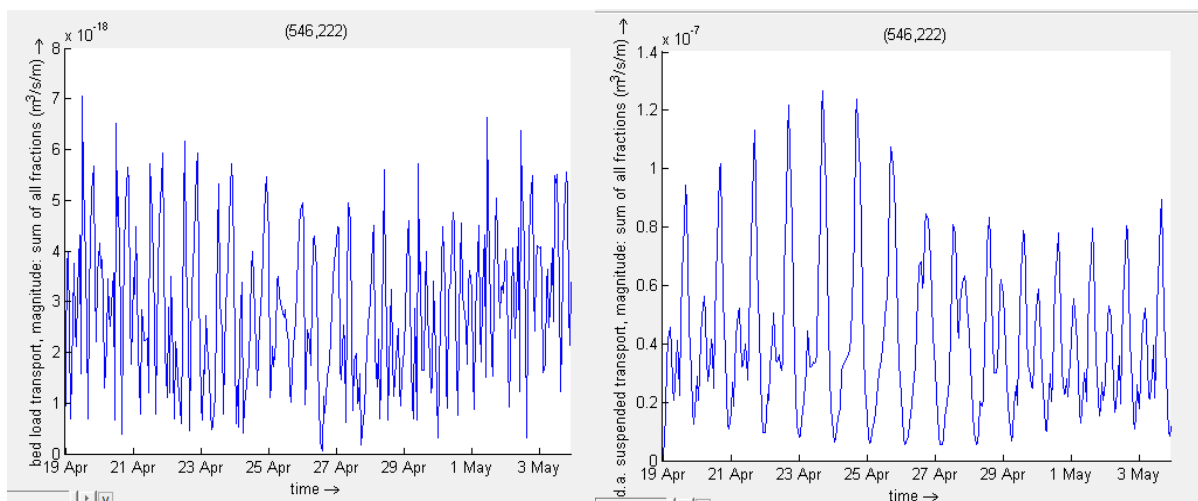
Gambar 31. Grafik Pemodelan Transpor Sedimen di Kalisari

Pada Gambar 32 dapat dilihat grafik bed load transport dan suspended transport pada titik (546,222) di Wonorejo. Dari data grafik tersebut didapatkan bahwa total transport terbesar ialah $1.23 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$, total transport terkecil ialah $5.355 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ dan rata-rata laju total transportnya ialah $4.185 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$



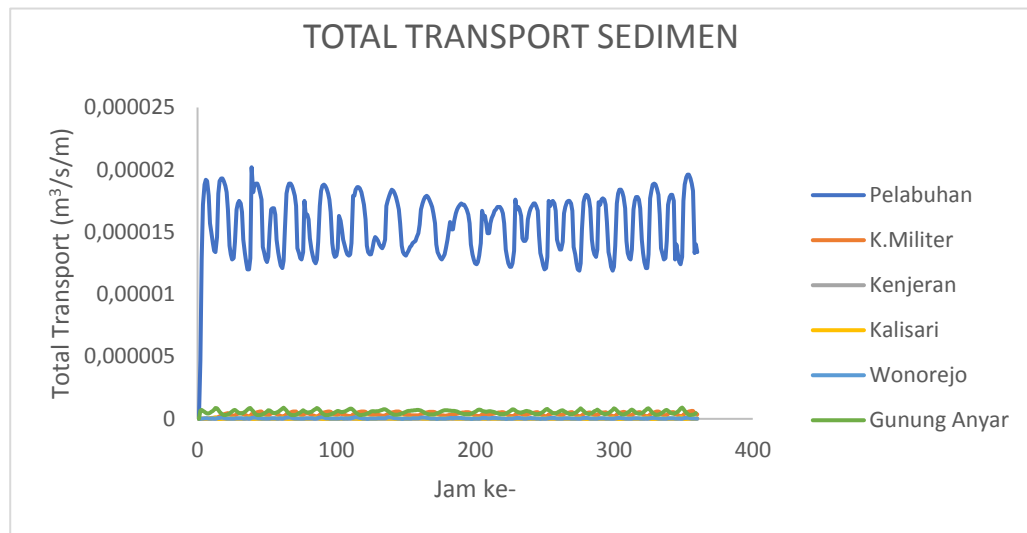
Gambar 32. Grafik Pemodelan Transpor Sedimen di Wonorejo

Pada Gambar 33 dapat dilihat grafik bed load transport dan suspended transport pada titik (479,197) di Gunung Anyar. Dari data grafik tersebut didapatkan bahwa total transport terbesar ialah $9.06 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$, total transport terkecil ialah $2.95 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ dan rata-rata laju total transportnya ialah $5.39 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$



Gambar 33. Grafik Pemodelan Transpor Sedimen di Gunung Anyar

Data total transport dari masing-masing kawasan terlihat pada grafik dibawah ini. Terlihat dari grafik bahwa total transport pelabuhan memiliki nilai terbesar dibandingkan daerah lainnya. Hal ini dapat menjadi indikasi bahwa terjadi sedimentasi yang besar di daerah pelabuhan. Pada permodelan, Total transport terbesar mencapai $2.02 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ yang berada di pelabuhan dan total transport terendah ialah $3.38 \times 10^{-17} \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ yang berada di kenjeran.



Gambar 34. Grafik Total Transport Sedimen

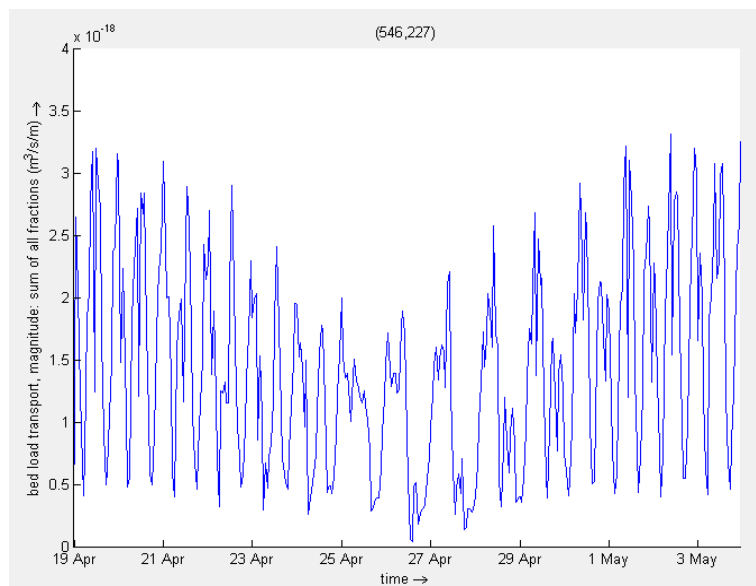
Tabel 9. Total Transport Masing-Masing Kawasan

Kawasan	Total Transport Terbesar ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$)	Total Transport Terkecil ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$)	Rata-Rata Total Transport ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$)
Pelabuhan	2.02×10^{-5}	4.71×10^{-6}	1.55×10^{-5}
Militer	6.32×10^{-7}	8.33×10^{-17}	3.8×10^{-7}
Kenjeran	5.13×10^{-9}	3.38×10^{-17}	1.96×10^{-10}
Kalisari	1.23×10^{-7}	3.66×10^{-10}	2.91×10^{-8}
Wonorejo	1.26×10^{-7}	5.34×10^{-9}	4.17×10^{-8}
Gunung Anyar	9.06×10^{-7}	2.95×10^{-7}	5.37×10^{-7}

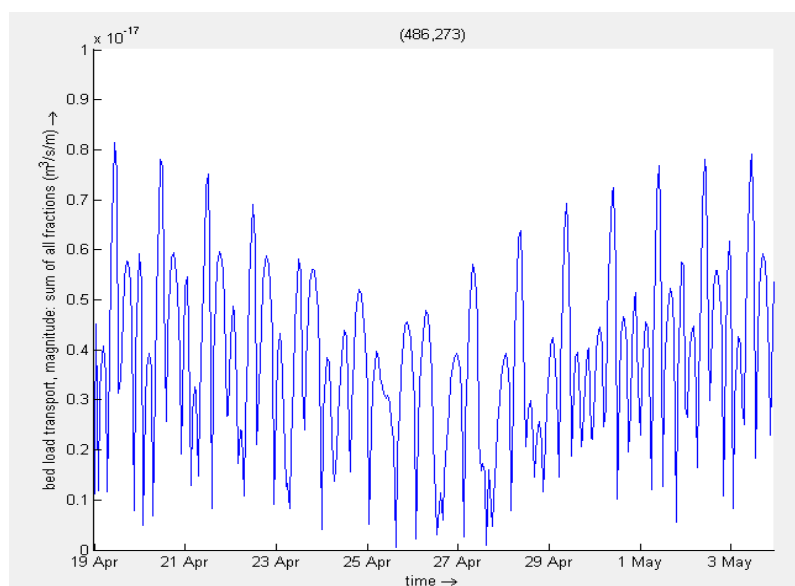
Pada validasi sedimentasi, dipilih titik observasi:

Tabel 10. Data Bed Load Transport pada Tiap Titik Observasi

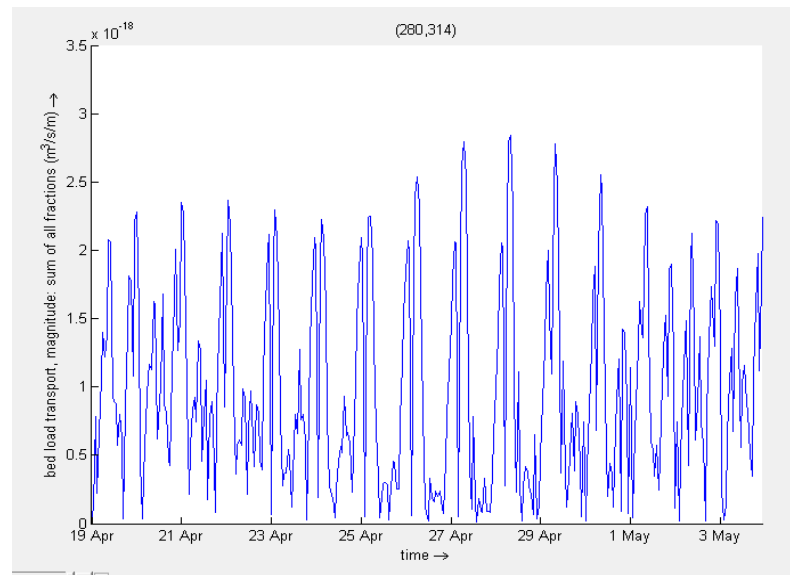
No	Titik Observasi	Lat/Long	Rata-Rata Bed Load Transport
1	(546,227)	112.86264 E -7.3060737 S	1.41474 E-18
2	(486,273)	112.83121 E -7.2584991 S	1.42459 E-18
3	(280,314)	112.78523 E -7.2177081	1.00312 E-18



Gambar 35. Grafik Bed Load Transport Pada Titik (546,227)



Gambar 36. Grafik Bed Load Transport Pada Titik (486,273)



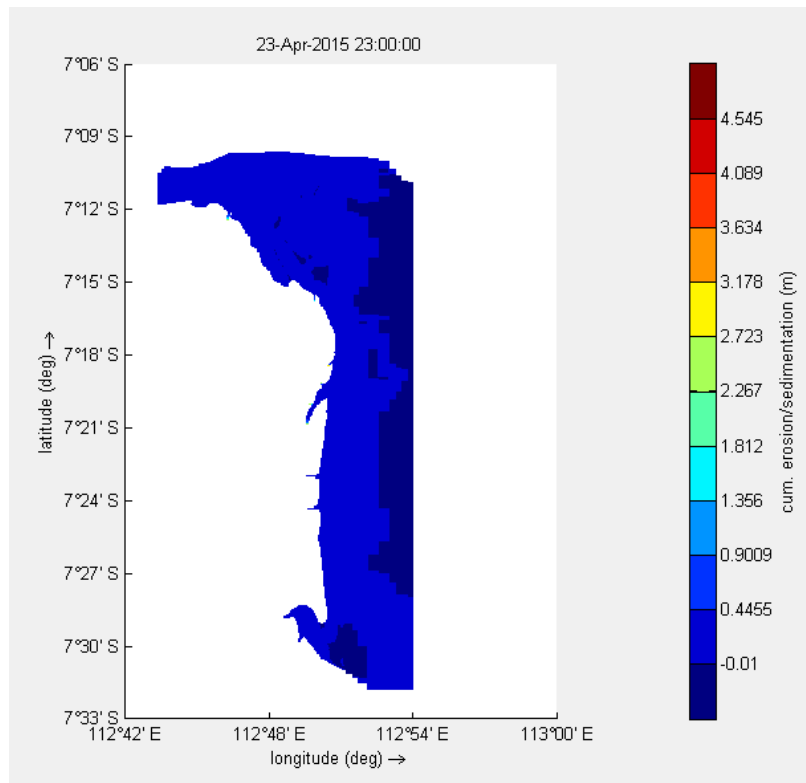
Gambar 37. Grafik Bed Load Transport Pada Titik (280,314)

Pada hasil validasi bed load transport didapatkan hasil: (Lampiran 4)

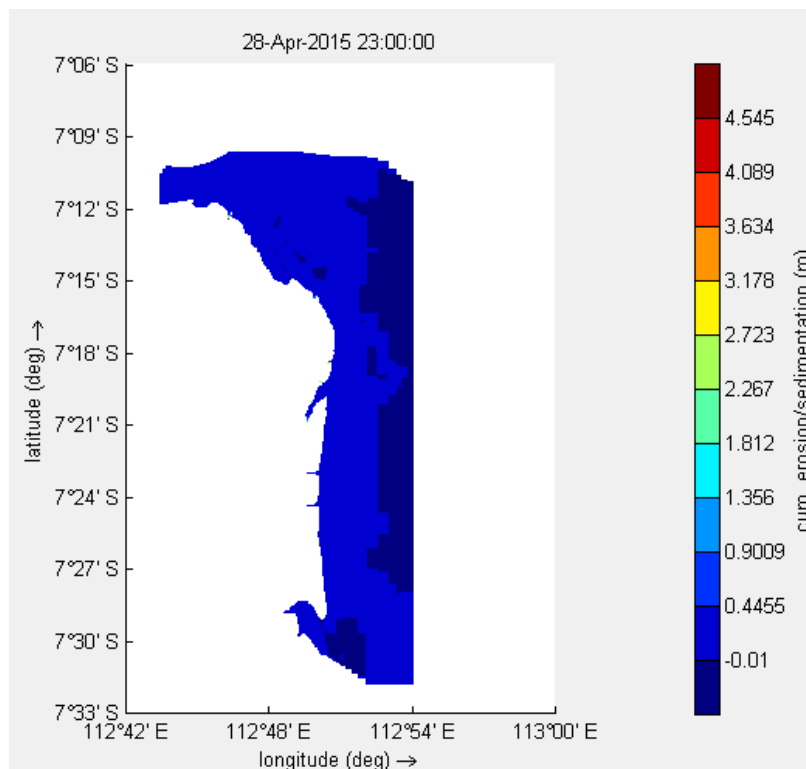
1. Pada titik (546,227) didapatkan eror 17%
2. Pada titik (486,273) didapatkan eror 17%
3. Pada titik (280,314) didapatkan eror 15%

4.7.4 Perubahan Morfologi

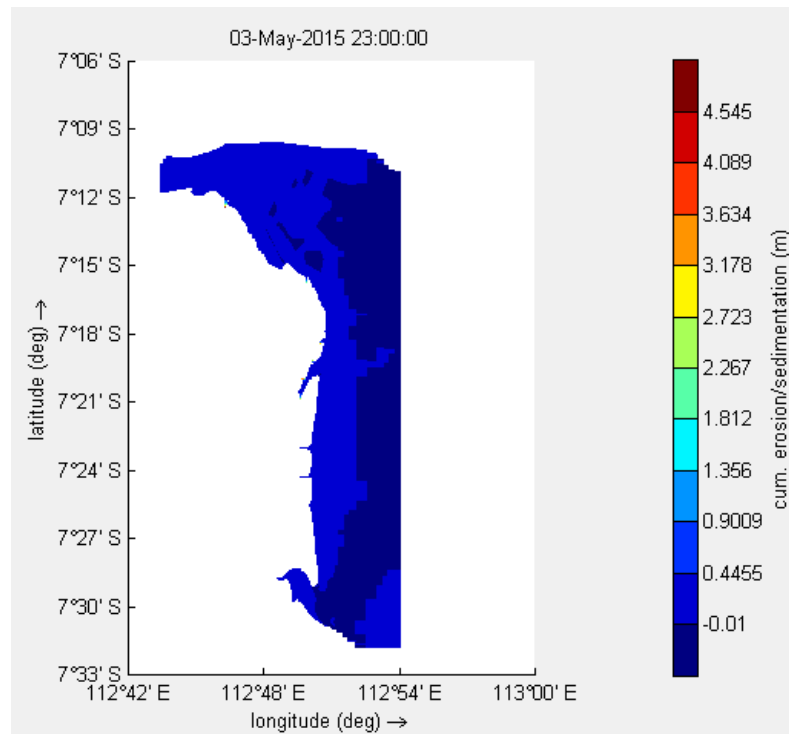
Perubahan morfologi di akibatkan oleh adanya transpor sedimen yang menyebabkan erosi dan sedimentasi. Nilai negatif menunjukkan terjadi erosi dan nilai positif menunjukkan terjadi sedimentasi. Dalam permodelan ini menggunakan morphological scale factor = 365 dimana 1 harinya akan dianggap 365 hari = 1 tahun. Dalam permodelan ini dimasukkan 15 hari maka dapat diprediksi perubahan morfologi untuk 15 tahun kedepan. Permodelan morfologi ini akan terlihat ketika telah memasukkan Wave Input di dalam Delft 3D. Nilai cumulative erosion/sedimentation tersebut disimbolkan dengan gradasi warna dari biru tua hingga merah dan terlihat makin taun sedimentasi semakin luas.



Gambar 39. Perubahan Morfologi Tahun ke-05



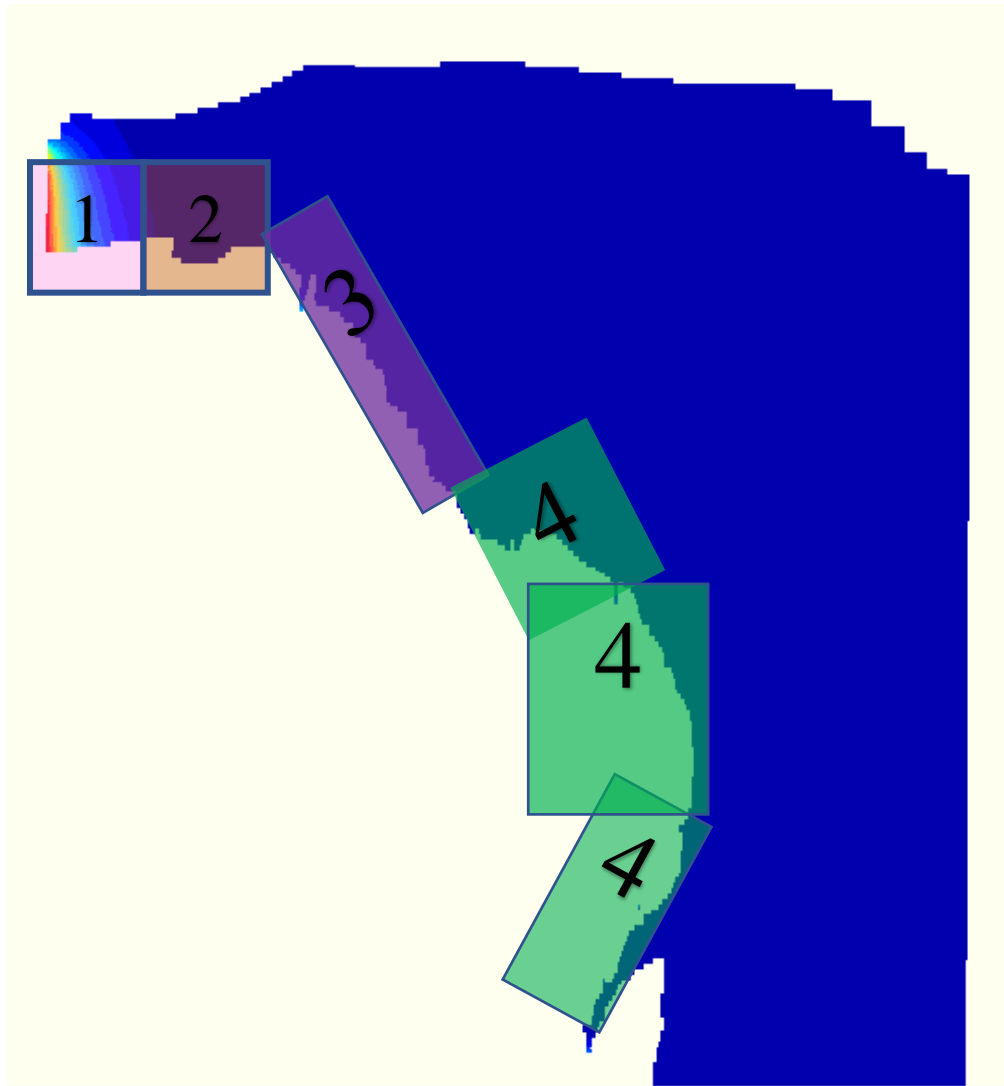
Gambar 38. Perubahan Morfologi Tahun ke-10



Gambar 40. Perubahan Morfologi Tahun ke-15

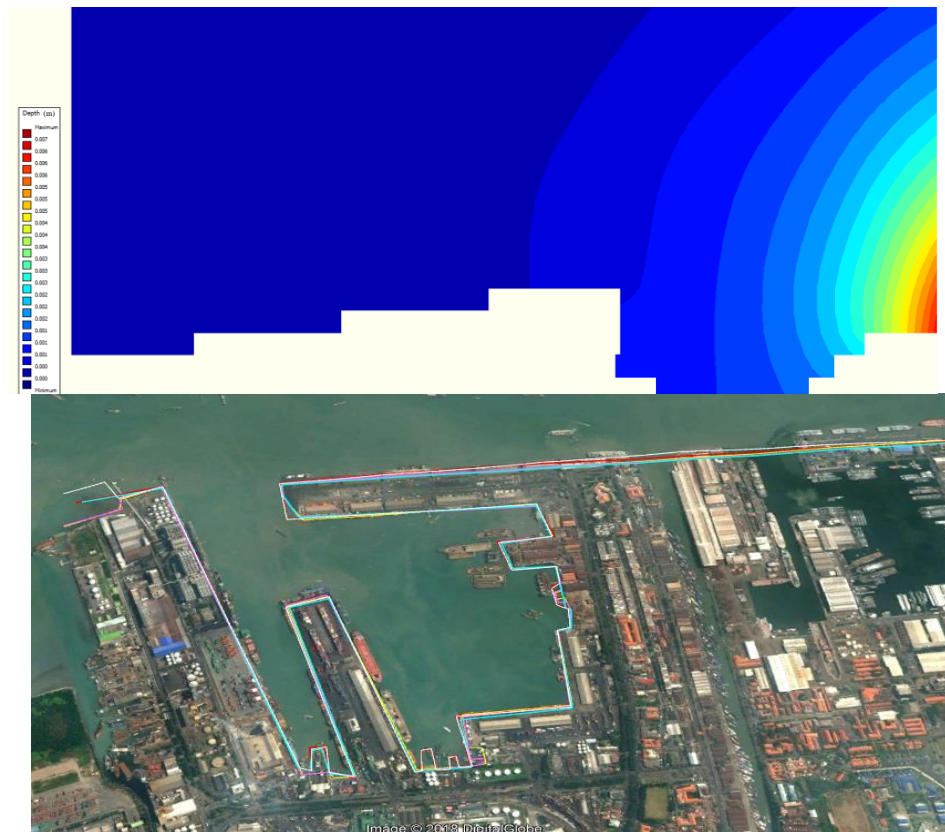
Pada penelitian ini akan difokuskan analisa di kawasan pantai timur surabaya. Untuk penjelasan lebih detail mengenai erosi dan sedimentasi, hasil modelling Kawasan pantai timur surabaya dibagi menjadi 4 bagian seperti Gambar 41 dan memiliki 6 titik obervasi seperti pada Tabel 8. Sebagai perbandingan, hasil modelling akan dibandingkan dengan hasil citra satelit melalui aplikasi Google Earth.

1. Garis warna kuning menunjukan garis pantai tahun 2010
2. Garis warna merah muda menunjukan garis pantai tahun 2012
3. Garis warna biru muda menunjukan garis pantai tahun 2014
4. Garis warna merah menunjukan garis pantai tahun 2016
5. Garis warna putih menunjukan garis pantai tahun 2018

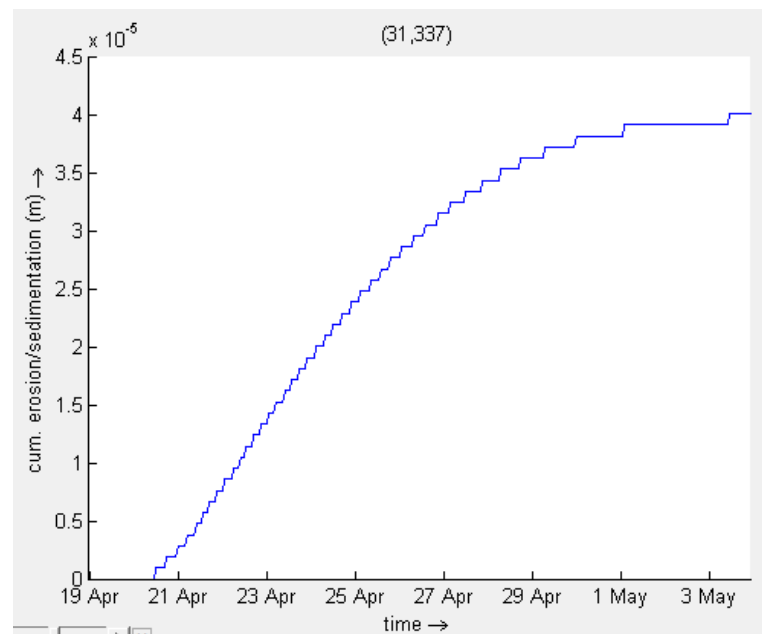


Gambar 41. Pembagian Kawasan Pambaya untuk analisa perubahan morfologi

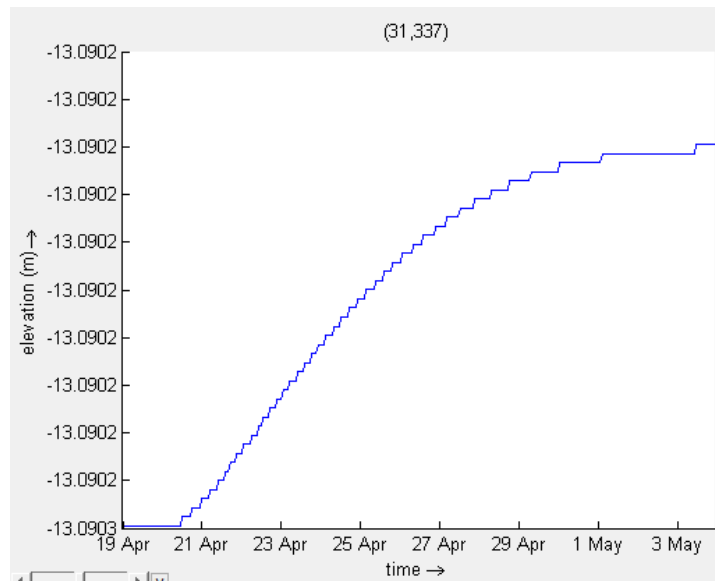
Pada zona 1 ialah kawasan perak utara, terjadi sedimentasi pada rentang 0-0.008 meter. Pada titik observasi (31,337), hasil grafik cum.erosion/sedimentation terlihat ada penambahan sedimentasi dari 0 meter menuju ke 4.1×10^{-5} meter dan bed level yang awalnya -13.0903 m menjadi -13.0906 meter. Sedimentasi ini terjadi relatif kecil dikarenakan pada model ini dianggap bahwa sumber sedimentasi pada boundary pelabuhan tidak ada. Pada citra satelit terlihat bahwa terdapat pengembangan fasilitas pelabuhan dari tahun 2010-2018 .



Gambar 43. Perbandingan Hasil Permodelan Dengan Citra Satelit Pada Zona 1- Pelabuhan

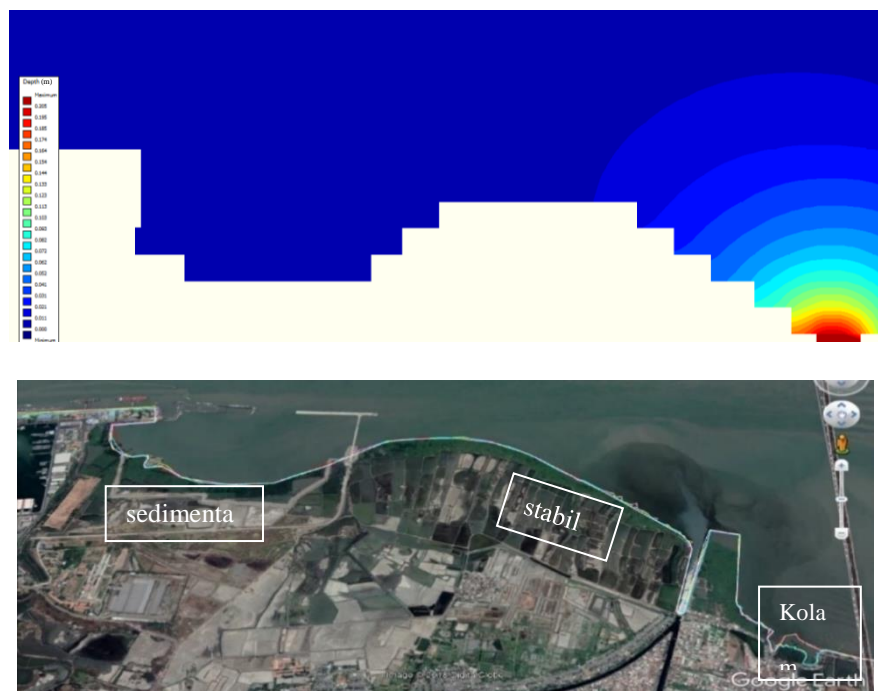


Gambar 42. Grafik cum.erosion/sedimentation Pada Zona 1-Pelabuhan

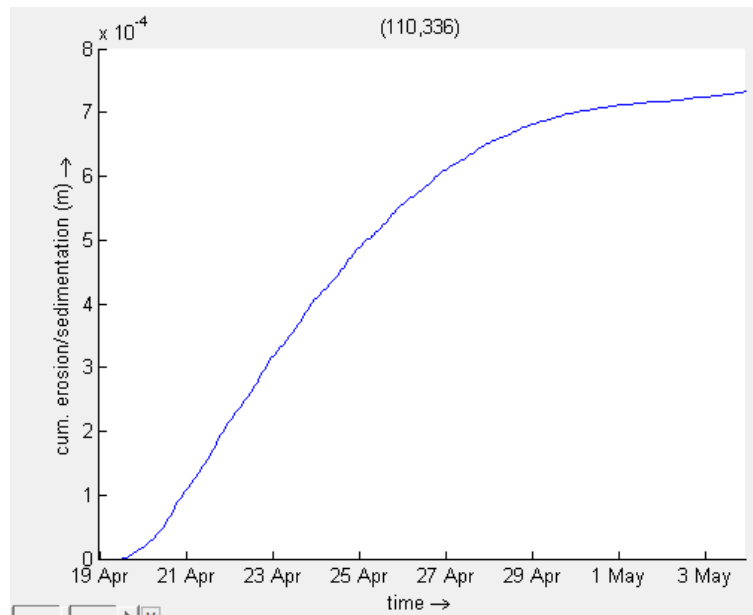


Gambar 44. Grafik Bed Level Change Pada Zona 1-Pelabuhan

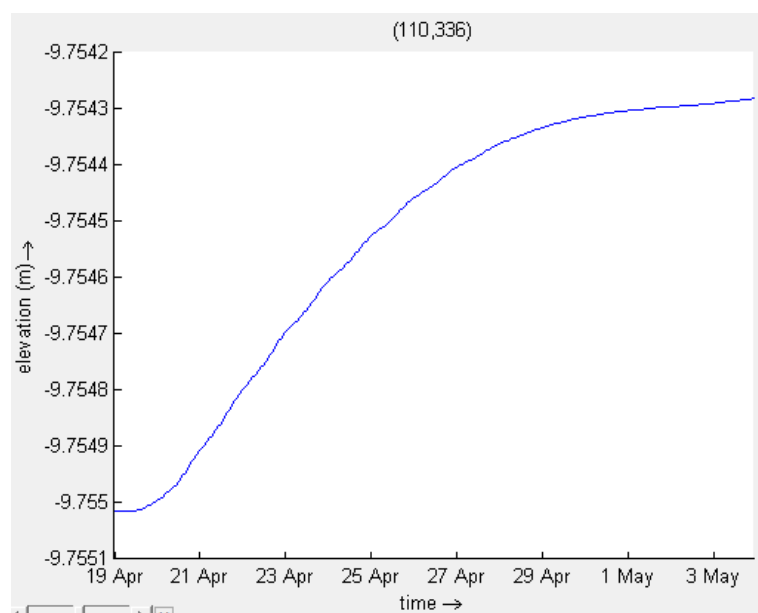
Pada zona 2- kawasan militer terdapat sedimentasi di kisaran 0.001-0.205 meter seperti ditunjukkan pada Gambar 45. Pada titik observasi (110,336), hasil grafik cum.erosion/sedimentation terlihat ada penambahan sedimentasi dari 0 meter menuju ke 7.5×10^{-4} meter dan bed level yang awalnya -9.755 m menjadi -9.75435 meter. Pada citra satelit, terlihat dari tahun 2012 hingga tahun 2018 tidak terjadi perubahan garis pantai yang signifikan pada zona 2 hanya terdapat sedimentasi di dekat struktur pelabuhan dan pembangunan kolam labuh pada tahun 2014. Hasil citra satelit ini sesuai dengan hasil modelling.



Gambar 45. Perbandingan Hasil Permodelan Dengan Citra Satelit Pada Zona 2-Kawasan Militer

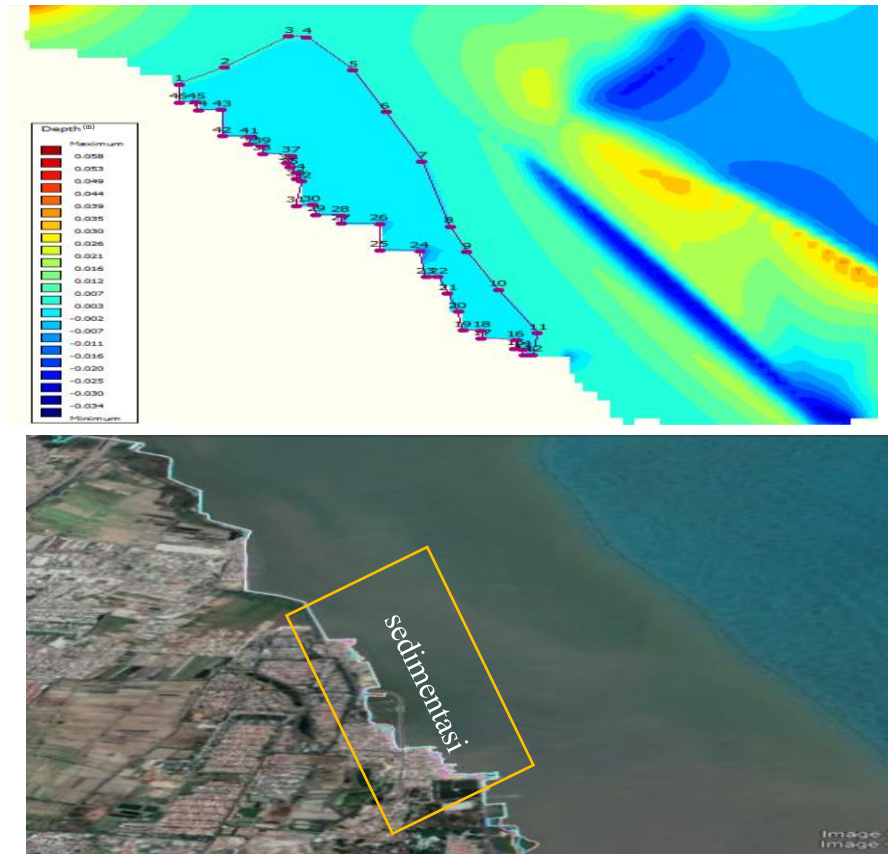


Gambar 47. Grafik Cum.Erosion/Sedimentation Pada Zona 2- Kawasan Militer

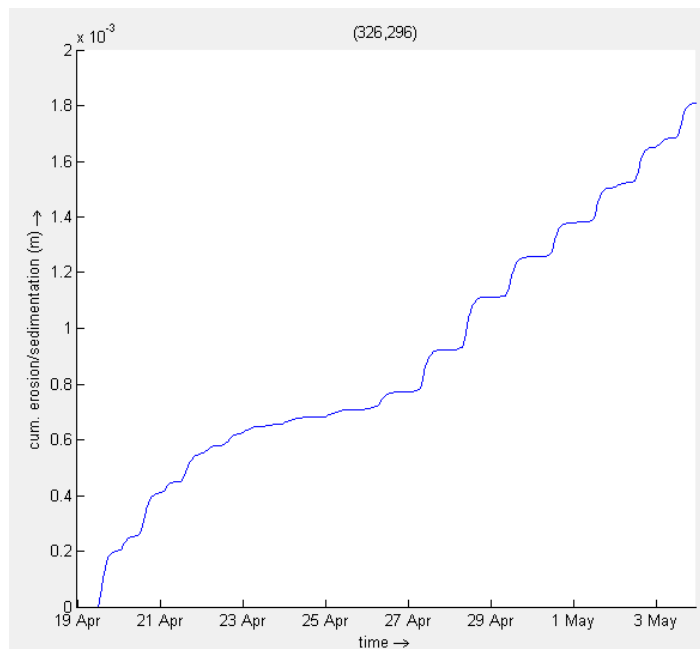


Gambar 46. Grafik Bed Level Change Pada Zona 2- Kawasan Militer

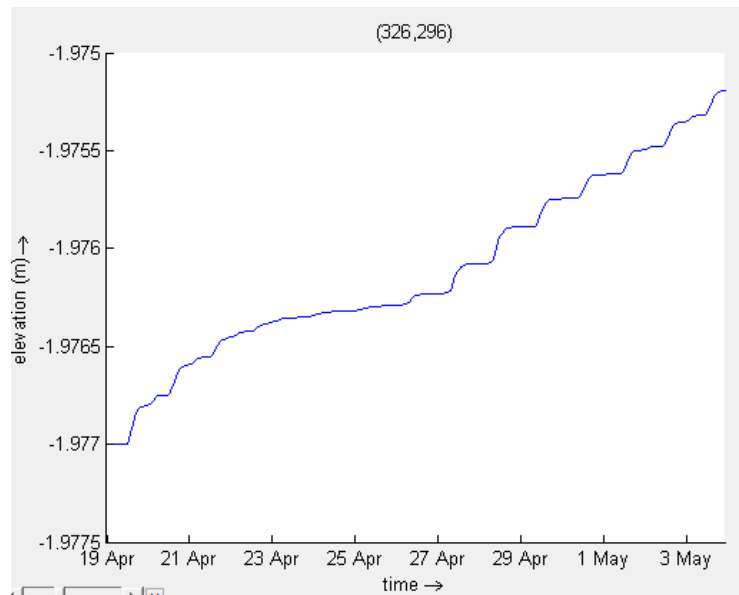
Pada zona 3, terdapat sedimentasi yang luas, yaitu $2.3 \times 10^6 \text{ m}^2$ area dengan sedimentasi sebesar 0.02 m dan $7.5 \times 10^6 \text{ m}^2$ dengan sedimentasi sebesar 0.1 m. Pada titik observasi (326,296), hasil grafik cum.erosion/sedimentation terlihat ada penambahan sedimentasi dari 0 meter menuju ke 0.0018 meter dan bed level yang awalnya -1.977 m menjadi -1.9752 meter. Pada citra satelit di tahun 2010-2018 pun terlihat bahwa terdapat tanah sedimentasi yang cukup luas. Hal ini dikarenakan adanya litoral drift yang besar di daerah tersebut.



Gambar 48. Perbandingan Hasil Permodelan Dengan Citra Satelit Pada Zona 3 - Kenjeran

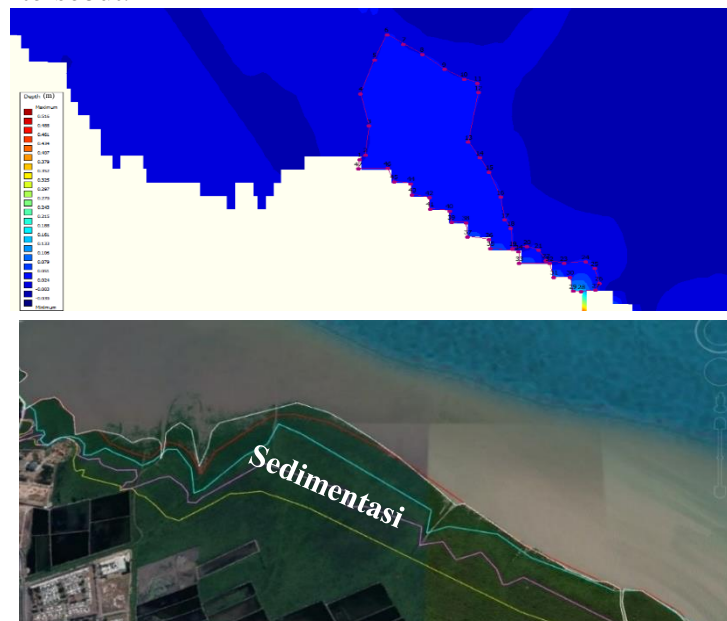


Gambar 49. Grafik Cum.Erosion/Sedimentation Pada Zona 3-Kenjeran

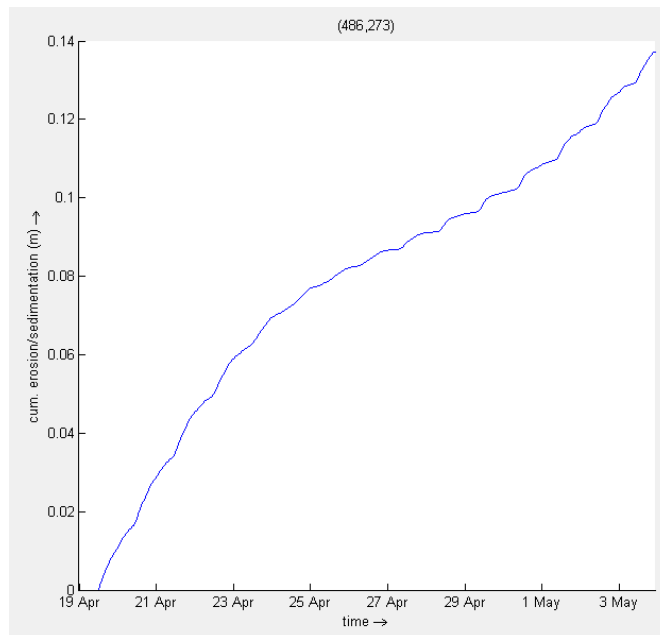


Gambar 51. Grafik Bed Level Change Pada Zona 3-Kenjeran

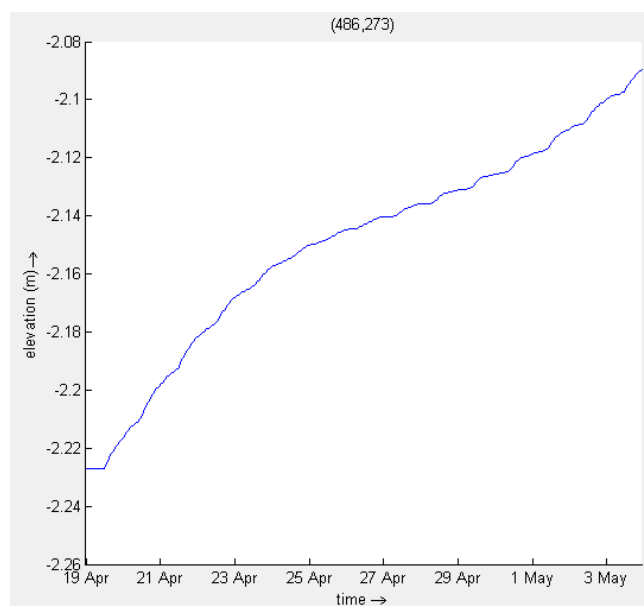
Pada zona 4 di kelurahan kalisari terjadi sedimentasi yang besar dan luas. Sedimentasi terbesar berada di mulut saluran drainase yaitu 1 meter dengan luasan $5.4 \times 10^3 \text{ m}^2$. Pada titik observasi (486,273), hasil grafik cum.erosion/sedimentation terlihat ada penambahan sedimentasi dari 0 meter menuju ke 0.14 meter dan bed level yang awalnya -2.23 m menjadi -2.09 meter. Selain itu terdapat sedimentasi seluas $9.9 \times 10^5 \text{ m}^2$ dengan sedimentasi sebesar 0.15 meter. Hal ini dikarenakan adanya sumber sedimen yang besar pada saluran drainase dan menyebar di daerah tersebut.



Gambar 50. Perbandingan Hasil Permodelan Dengan Citra Satelit di Kelurahan Kalisari

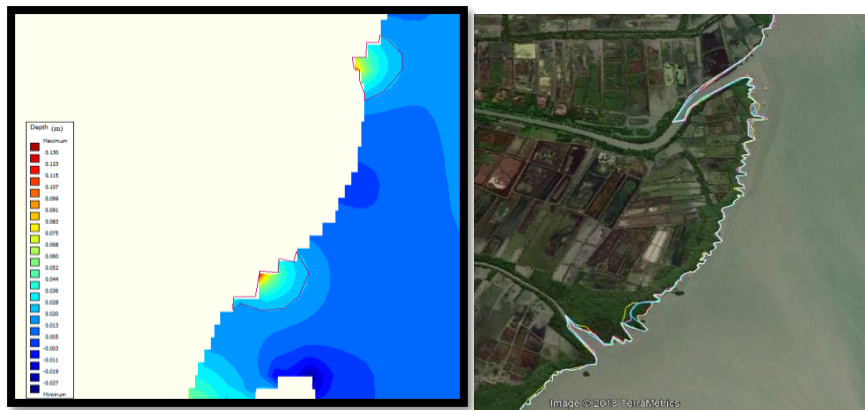


Gambar 52. Grafik cum.erosion/sedimentation di Zona 4- Kelurahan Kalisari

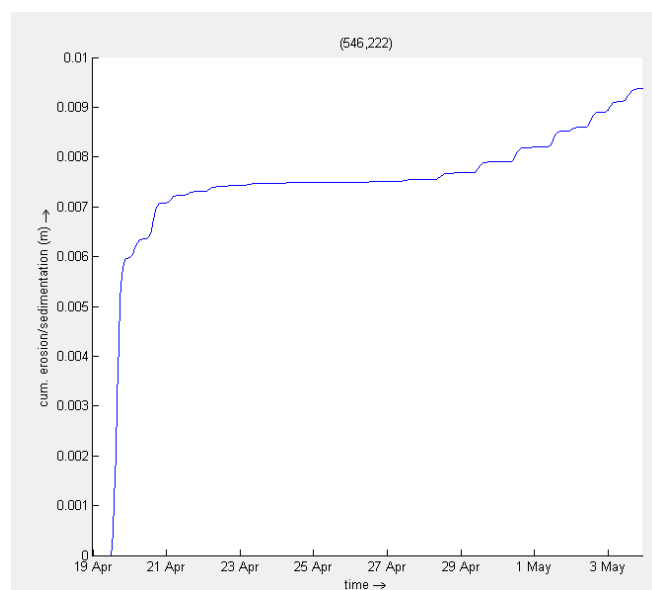


Gambar 53. Grafik Bed Level Change di Zona 4- Kelurahan Kalisari

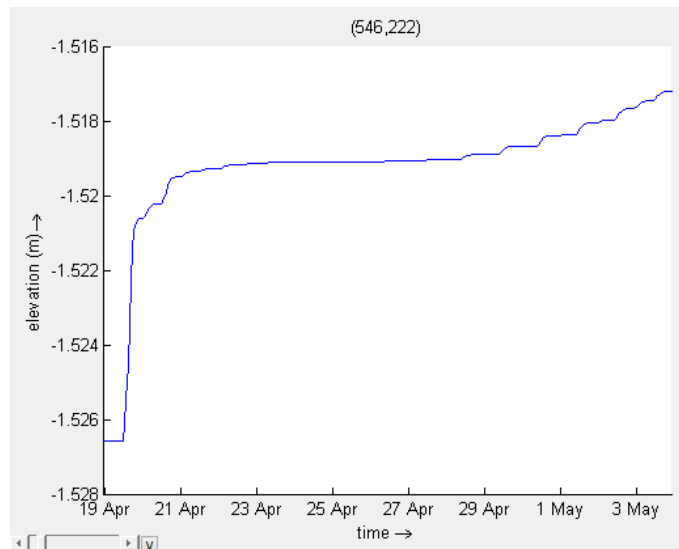
Pada area estuari-Wonorejo menunjukkan bahwa zona ini didominasi oleh sedimentasi, hal ini dikarenakan daerah ini banyak terdapat muara yang menjadi sumber sedimen. Total luas area yang memiliki sediemen pada rentang 0.01 meter hingga 0.1 meter ialah $2.73 \times 10^5 \text{ m}^2$. Pada titik observasi (546,222), hasil grafik cum.erosion/sedimentation terlihat ada penambahan sedimentasi dari 0 meter menuju ke 0.0095 meter dan bed level yang awalnya -1.5275 m menjadi -1.518 meter. Pada citra satelit juga terlihat bahwa zona 6 mengalami sedimentasi.



Gambar 54. Perbandingan Hasil Permodelan Dengan Citra Satelit Pada Zona 4 di Estuari



Gambar 55. Grafik Cum.Erosion/Sedimentation Di Zona 4-Estuari Wonorejo

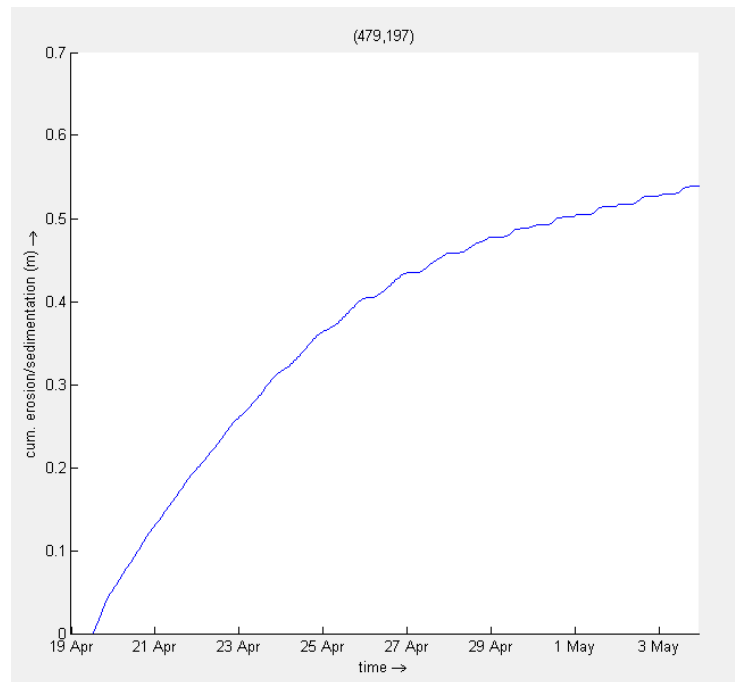


Gambar 56. Grafik Bed Level Change Di Zona 4-Estuari Wonorejo

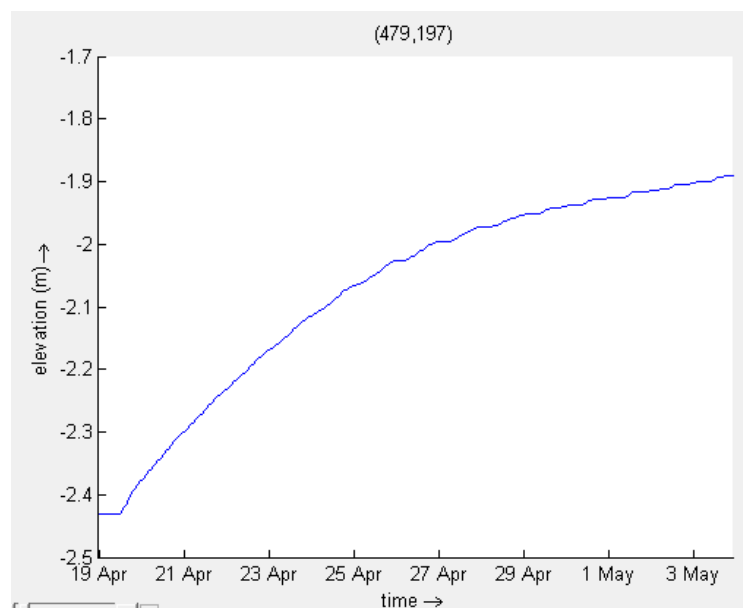
Pada zona 4 pada kelurahan medokan ayu hingga gunung anyar juga didominasi oleh sedimentasi dengan rentang 0.01-1.5 meter. Pada titik observasi (479,197), hasil grafik cum.erosion/sedimentation terlihat ada penambahan sedimentasi dari 0 meter menuju ke 0.55 meter dan bed level yang awalnya m menjadi meter. Hal ini dikarenakan banyak muara sungai yang membawa sedimen sehingga pesisir mengalami sedimentasi. Kondisi ini pun sesuai dengan citra satelit.



Gambar 57. Perbandingan Hasil Permodelan Dengan Citra Satelit di Gunung Anyar



Gambar 59. Grafik cum.erosion/sedimentation di Zona 4 - Gunung Anyar

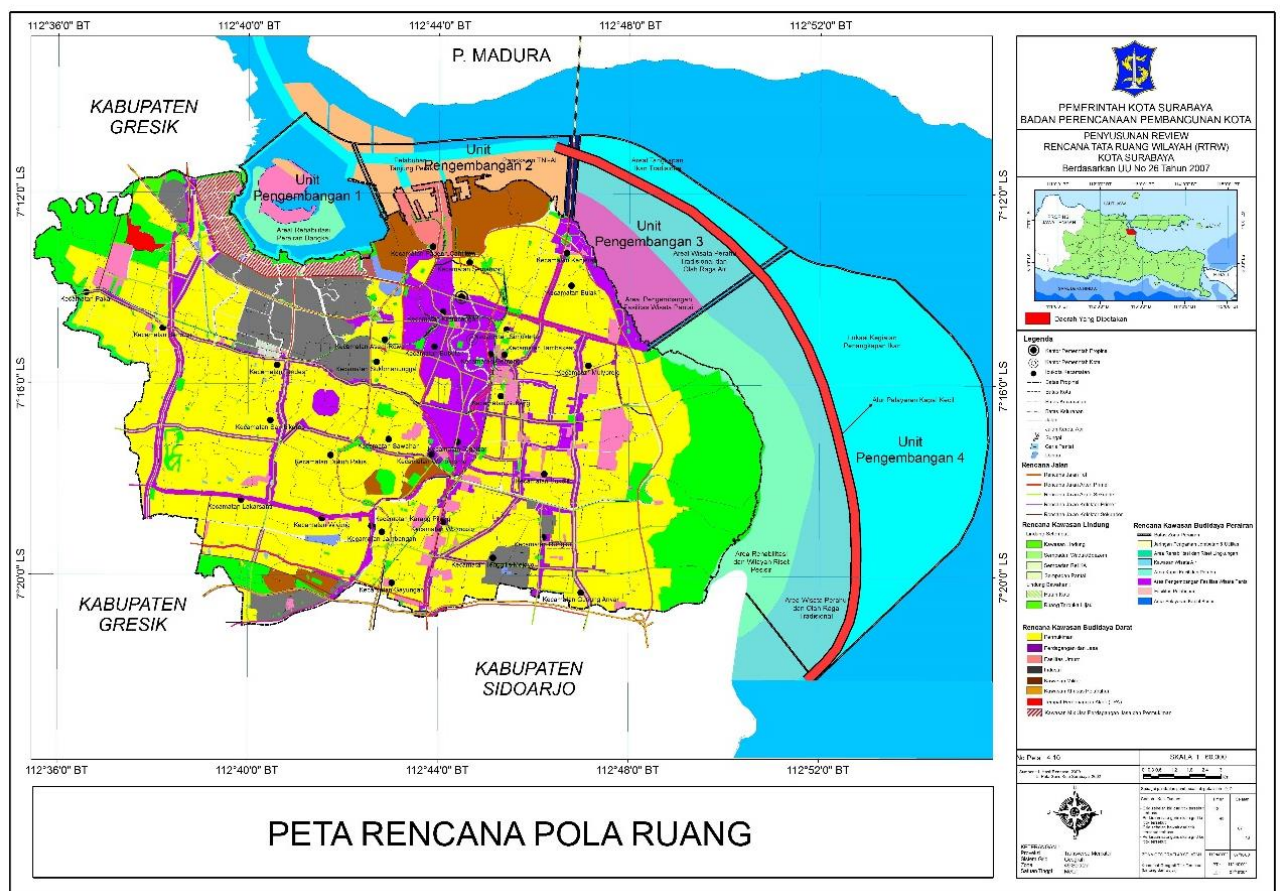


Gambar 58. Grafik Bed Level Change di Zona 4 - Gunung Anyar

4.8. Rencana Tata Ruang Wilayah Pantai Timur Surabaya

Dalam penelitian ini akan meninjau wilayah di Pantai Timur Surabaya yang berhubungan langsung dengan laut. Menurut Laporan Akhir Review Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Surabaya berdasarkan UU.Penataan Ruang No. 26 Tahun 2007, rencana pola ruang di Kota Surabaya di ilustrasikan pada Gambar 60. Di pesisir pantai timur surabaya terlihat bahwa terdapat 4 zona rencana kawasan budidaya darat, yaitu:

1. Zona kawasan lindung yang diwakili dengan warna hijau.
2. Zona kawasan perdagangan dan jasa yang diwakili dengan warna ungu
3. Zona kawasan militer yang diwakili dengan warna coklat
4. Zona kawasan fasilitas pelabuhan yang diwakili dengan warna merah muda



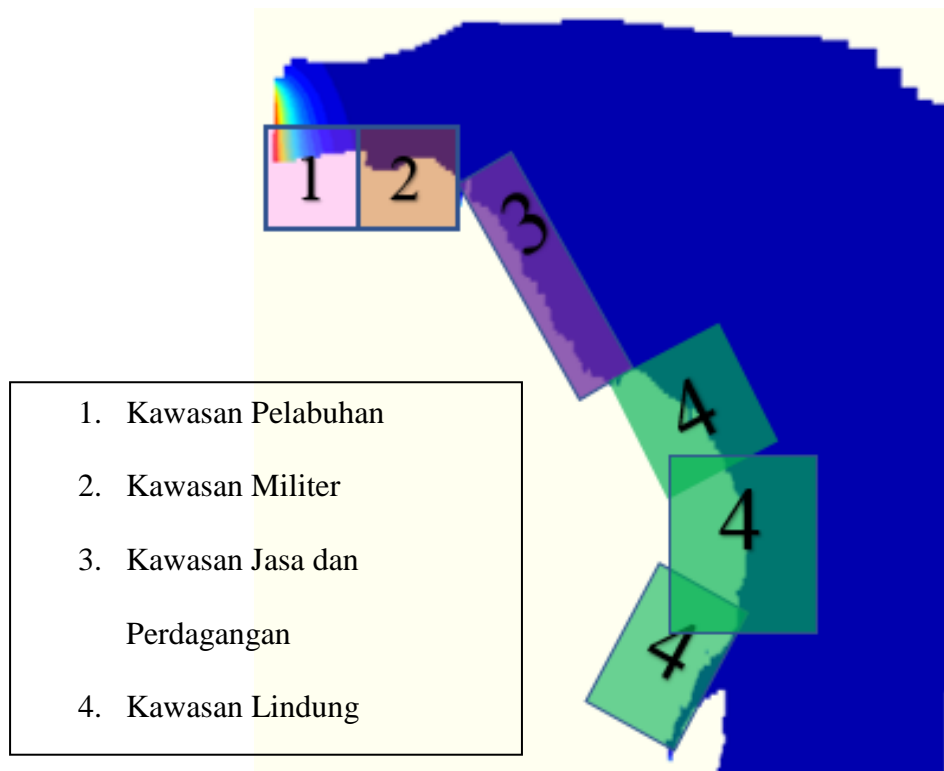
Gambar 60. Peta rencana pola ruang

Pada tiap-tiap zona di Pantai Timur Surabaya terdiri dari beberapa kelurahan yang dapat dilihat pada Tabel 11

Tabel 11. Daftar Kelurahan pada Tiap Zona

No	Zona	Kelurahan
1	Kawasan Lindung	Gunung Anyar, Medokan Ayu, Wonoejo, Keputih, Kejawan Putih, Kalisari, Dukuh Sutorejo
2	Kawasan Perdagangan dan Jasa	Sukolilo, Kenjeran, Kedung Cowek
3	Kawasan Militer	Ujung
4	Kawasan Fasilitas Pelabuhan	Perak Utara

Untuk mempermudah pembahasan, maka Kawasan Pantai Timur Surabaya akan dibagi menjadi kawasan sebagai berikut:



Gambar 61. Pembagian Pola Ruang Wilayah Pada Grid Model

Kawasan Pantai Timur Surabaya ini didominasi oleh adanya sedimentasi di beberapa daerah. Pada zona kawasan pelabuhan, dari hasil permodelan pada penelitian ini dihasilkan bahwa terjadi sedimentasi yang kecil, hal ini dibuktikan dengan citra satelit dari tahun 2010 hingga 2018 tidak terjadi perubahan yang signifikan pada garis pantai kawasan pelabuhan. Hal ini dikarenakan baiknya pihak *maintenance* pelabuhan, salah satu *maintenance* yang rutin dilakukan oleh pelabuhan yaitu pengerukan. Kondisi di lapangan pun sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah yang telah direncanakan yaitu pada zona ini hanya digunakan untuk kawasan pelabuhan

Pada zona militer juga masih terdapat sedimentasi dikarenakan sedimen terhalang oleh fasilitas pelabuhan yang dimiliki angkatan laut surabaya. Kondisi di lapangan pada zona militer juga sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah.

Pada zona kawasan perdagangan dan jasa terdapat sedimentasi yang cukup luas. Seperti yang terdapat pada gambar 46 bahwa terdapat tanah timbul yang cukup luas untuk dibangun rumah diatas tanah timbul tersebut. Menurut Utami (2013), karna banyaknya tanah timbul di daerah tersebut menimbulkan beberapa masalah baru seperti ketidakjelasan status tanah. Tanah timbul. Menurut Pulungan (2013) terdapat dua masyarakat yang berhak melakukan pembukaan lahan tanah timbul yaitu :

1. Warga masyarakat yang mempunyai bidang tanah yang berbatasan secara langsung dengan tanah timbul tersebut.
2. Warga masyarakat yang tidak mempunyai bidang tanah yang berbatasan secara langsung dengan tanah timbul

Dalam hal ini, warga yang mempunyai tanah berbatasan langsung dengan tanah timbul tersebut adalah merupakan orang yang memiliki hak prioritas untuk mengusahainya, jika ia hendak mengerjakan dan mengelola lahanbaru tersebut,ia hanya cukup memberitahukan maksudnya kepada warga pemilik tanah yang berbatasan dengannya.Adapun tujuan

pemberitahuan ini dimaksudkan agar mereka (kedua belah pihak) mengetahui secara jelas batas-batas tanah yang merupakan bagian dari tanahnya. Adapun tatacara yang biasanya dilakukan oleh warga (pihak yang bersangkutan) sebelum melakukan pembukaan lahan adalah dengan memberikan tanda-tanda batas.

Faktanya, warga kenjeran mengakui akan adanya tanah timbul tersebut. Mereka menyebut tanah timbul tersebut tanah oloran. Warga sekitar yang notabene bekerja sebagai nelayan dan pedagang dapat menempati dan membangun rumah diatas tanah oloran tersebut. Prosedur untuk menempati tanah tersebut ialah izin ke warga setempat, jika warga sekitar telah sepakat maka mengajukan izin ke RT/RW setempat, dan terakhir izin ke kelurahan. Setelah mendapatkan izin warga dapat menempati tanah tersebut namun tidak ada sertifikat yang didapatkan dari tanah timbul tersebut.



Gambar 62. Tanah Timbul Pada Pemukiman Warga Dilihat Dari Citra Satelit

Dari penjelasan diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan kawasan tersebut sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya dimana wilayah kenjeran ialah tempat pengembangan kawasan perdagangan perikanan.

Pengembangan kawasan perdagangan dan jasa dilakukan melalui :

- a. mengembangkan kawasan perdagangan dan jasa secara terpadu termasuk penyediaan lahan bagi pedagang informal maupun dan kawasan budidaya lainnya;
- b. mengembangkan kawasan perdagangan terpadu dengan pemenuhan kewajiban pengembang/pelaksana dalam penyediaan: prasarana lingkungan, utilitas umum, Ruang Terbuka Hijau, pedagang informal dan fasilitas sosial;
- c. mengembangkan pusat perbelanjaan yang terpadu dengan pusat jasa, melalui konsep wisata belanja.



Gambar 63. Sentra Ikan Bulak

Pada zona kawasan perdagangan dan jasa di Bulak hingga Kenjeran, pemerintah telah menyediakan lahan bagi pedagang yaitu di sentra ikan bulak. Sentra ikan bulak dibangun oleh pemerintah dengan maksud memberikan fasilitas bagi pedagang untuk menjadi pusat perdagangan ikan di Surabaya. Warga sekitar yang ingin berdagang di Sentra Ikan Bulak tidak membayar sewa dan tidak ditarik biaya apapun untuk berjualan disana. Selain itu, didepan Sentra Ikan Bulak pemerintah juga telah membangun ruang terbuka hijau yaitu taman surabaya dan juga pemerintah telah membangun sarana jalan yang baik.



Gambar 64. Pedagang di Sentra Ikan Bulak

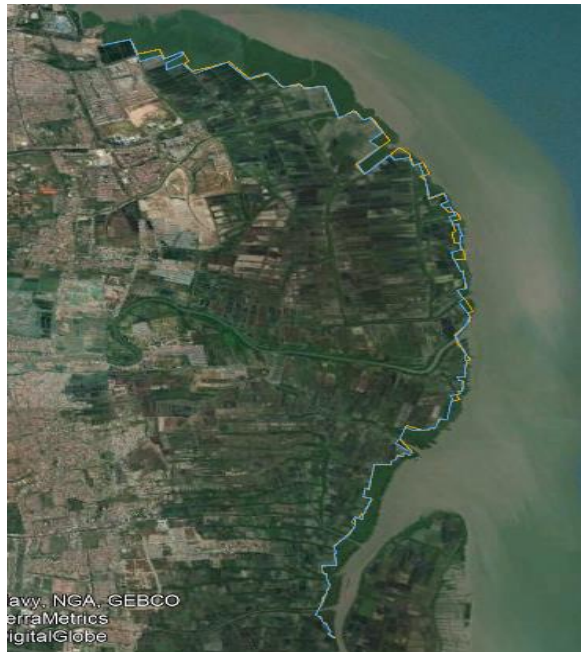
Meskipun penggunaan wilayah tersebut sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah dan pengembangan perdagangan dan jasa di wilayah tersebut sudah ditata dengan sangat baik, namun adanya fenomena membangun rumah di tanah timbul ini perlu diperhatikan oleh pemerintah, karna jika sedimentasi dibiarkan terus menerus akan merusak ekosistem perairan di daerah tersebut. Sedimentasi yang berada di kenjeran ini faktanya lebih luas daripada hasil permodelan, hal ini diakibatkan oleh warga sekitar banyak membuang sampah ke laut sehingga sampahnya bercampur dengan sedimen dan juga warga yang mau membangun rumah baru diatas tanah timbul harus membuat pondasi yang kuat untuk rumahnya. Pembuatan pondasi ini menggunakan urugan tanah, batu-batuan, kerikil, dll. Sehingga dapat mempercepat laju sedimentasi. Maka dari itu, pemerintah harus segera memberikan pembatas agar warga tidak dapat membangun di tanah timbul. Di wilayah dekat taman surabaya, sudah terdapat tembok pembatas namun tidak semua wilayah pemukiman diberi tembok pembatas tersebut. Memang, secara hukum tidak ada pengaturan yang jelas atas tanah timbul.



Gambar 65. Tembok Pembatas di Pinggir Pemukiman

Pada zona 4 di kawasan lindung, dari hasil permodelan dan citra satelit 2010-2018 terlihat banyak terjadi sedimentasi. Pesisir pantai berfungsi untuk mencegah terjadinya abrasi pantai dan melindungi pantai dari kegiatan yang dapat mengganggu dan atau merusak kondisi fisik dan kelestarian kawasan pantai. Di sempadan pantai kecamatan rungkut, gunung anyar, mulyorejo dan sukolilo dimanfaatkan sebagai kawasan lindung berupa hutan bakau yang terintegrasi dengan ekosistem tambak dan rawa. Pengelolaan sempadan pantai di Kota Surabaya adalah sebagai berikut :

- a. Pengembangan kawasan lindung di wilayah Timur diarahkan pada wilayah pantai Timur yaitu pada Kecamatan Rungkut, Kecamatan Gunung Anyar, Kecamatan Mulyorejo dan Kecamatan Sukolilo. Pengembangan konservasi pantai Timur ini dengan pertimbangan kecenderungan dari masyarakat sekitar pantai untuk memanfaatkan tanah tersebut padahal daerah tersebut merupakan daerah pantai yang selayaknya dilindungi.
- b. Kawasan lindung hutan bakau diarahkan di sepanjang pesisir dengan ketebalan minimal 355 meter serta di sekitar estuari Kali Wonokromo dikembangkan untuk kawasan perlindungan burung air, burung pemangsa dan burung migran.
- d. Pencegahan dan pembatasan kegiatan budidaya disekitar pantai yang mengganggu fungsi utamanya.
- e. Melakukan upaya perlindungan pada kawasan sempadan pantai.
- g. Penanaman mangrove di sepanjang pantai untuk meminimalisasi dampak abrasi pantai



Gambar 66. Kawasan Sempadan Pantai di Surabaya Timur



Gambar 67. Garis Perhitungan Ketebalan Hutan Bakau

Untuk mengetahui secara pasti ketebalan hutan bakau di kawasan lindung, maka dalam penelitian ini dipilih 26 garis yang akan membantu perhitungan ketebalan hutan bakau seperti pada Gambar 67.

Tabel 12. Ketebalan Hutan Bakau

No.	Ketebalan Hutan Bakau (m)
1	1.213
2	1.368
3	340
4	113
5	99.7
6	199
7	41.5
8	41
9	126
10	29.6
11	144
12	162
13	37.5
14	64
15	46
16	131
17	130
18	104
19	246
20	161
21	167
22	151
23	145
24	135
25	84
26	237
RATA-RATA	220

Terlihat dari citra satelit bahwa kawasan lindung ialah hutan bakau terintegrasi dengan tambak dan rawa. Namun, kawasan ini didominasi oleh tambak, terlihat garis oranye ialah batas tambak pada tahun 2010 dan garis biru ialah batas tambak ada tahun 2018. Terlihat bahwa usaha pemerintah untuk membatasi kegiatan budidaya disekitar pantai sedikit ada hasil, terlihat bahwa pada tahun 2018 kawasan tambak berkurang daripada tahun 2010.

Ketebalan hutan bakau dari perhitungan citra satelit tahun 2018 di kawasan lindung memiliki rata-rata 220 meter, hutan bakau paling tebal berada di kelurahan kalisari, lalu ketebalan hutan bakau paling sedikit ialah di kawasan eko wisata mangrove wonorejo. Namun hanya 2 dari 26 garis yang memiliki ketebalan lebih dari 355 meter. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata ketebalan hutan bakau kurang dari patokan ketebalan yang ada pada Rencana Tata Ruang Wilayah. Pada Rencana Tata Ruang Wilayah tertulis bahwa Kawasan lindung hutan bakau harus memiliki ketebalan minimal 355 meter serta di sekitar estuari. Maka dari itu, langkah yang tepat yang dapat dilakukan ialah segera bertindak untuk melakukan reboisasi hutan mangrove di sepanjang pesisir.

Di kawasan Eco Wisata Mangrove Wonorejo sendiri masih banyak lahan kosong yang seharusnya dapat ditanami mangrove seperti pada Gambar 68.



Gambar 68. Kondisi Lingkungan Gazebo Eco Wisata Mangrove Wonorejo

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini ialah :

1. Perubahan morfologi di Pantai Timur Surabaya sesuai dengan hasil permodelan dan citra satelit tahun 2010-2018 didominasi oleh sedimentasi. Terdapat sedimentasi yang cukup luas dan signifikan di kawasan Kenjeran, Kalisari dan Gunung Anyar. Hal ini dikarenakan pada daerah tersebut terdapat sumber sedimen dari mulut sungai, estuari dan saluran drainase.
2. Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya sudah sesuai penggunaannya dengan kondisi lapangan. Hanya ada beberapa hal yang dapat diperbaiki di zona kawasan pedagang dan jasa di kenjeran dan juga pada zona kawasan lindung. Di Kenjeran terdapat sedimentasi yang luas dan menimbulkan beberapa masalah baru seperti ketidakjelasan status tanah timbul, pencemaran laut dan terganggu proses transpor sedimen. Maka dari itu, pemerintah harus melakukan cara untuk membatasi penggunaan tanah timbul dan membuat peraturan yang jelas mengenai penggunaan tanah timbul. Pada kawasan lindung yang direncanakan sebagai hutan bakau yang terintegrasi dengan rawa dan tambak dengan ketebalan hutan bakau minimal 355 meter, namun kenyataannya ketebalan hutan bakau di banyak daerah belum mencapai ketebalan 355 meter. Maka dari itu, disarankan agar pemerintah dapat membatasi kegiatan budidaya disekitar pantai dan reboisasi hutan bakau.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya ialah dapat memberikan data pengukuran debit air dan sedimen di masing-masing sungai hasilnya akan lebih optimal. Selain itu pula, dapat meninjau lebih lanjut mengenai pengelolaan sedimentasi di daerah pesisir.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Daftar Pustaka

- Aji dan Cahyadi. 2015. *Analisa Karakteristik Kecepatan Angin Dan Tinggi Gelombang Menggunakan Data Satelit Altimetri (Studi Kasus : Laut Jawa)*. GEOID Vol. 11 No. 01 Agustus 2015 (75-78)
- Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Surabaya, 2014. *Profil Keanekaragaman Hayati Kota Surabaya*, hal. 71. Editor Dian Saptarini, BLH Kota Surabaya.
- CERC, 1984. *Shore Protection Manual*. US Army Coastal Engineering Research Center. Washington(SPM, 1984)
- Dahuri, et all. 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta. PT. Pradnya Paramita.
- Delft 3D User Manual. 2014. *Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments*. Deltares
- Dianpurnama,dkk. 2013. *Analisa Sel Sedimen Sebagai Pendekatan Studi Erosi Di Teluk Lampung, Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung*. Journal Of Marine Research. Volume 2, Nomor 1, Tahun 2013, Halaman 143-153
- Hafli, T. M. 2014. *Simulasi Numerik Perubahan Morfologi Pantai Akibat Kontruksi Jetty Pada Muara Lambada Lhok Aceh Besar Menggunakan Software Delft3D*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala Darussalam. Banda Aceh
- Hariyadi. 2011. *Analisis Perubahan Garis Pantai selama 10 Tahun Menggunakan CEDAS (Coastal Engineering Design and Analysis System) di Perairan Teluk Awur pada Skenario Penambahan Bangunan Pelindung Pantai*. Buletin Oseanografi Marina Oktober 2011.vol.1 82 – 94.
- Hutabarat, S dan Evans, S.M. 1984. *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia-Press. Jakarta.
- https://id.wikipedia.org/wiki/Kota_Surabaya diakses jam 20.47 tanggal 20/04/2017
- https://id.wikipedia.org/wiki/Skala_Beaufort diakses jam 4.18 tanggal 29/05/2018
- Imran,Suwitno. 2013. *Fungsi Tata Ruang Dalam Menjaga Kelestarian Lingkungan Hidup Kota Gorontalo*. Jurnal dinamika hukum vol 13 No.3 hal. 457-467.
- Khatib,dkk. 2013. *Analisis Sedimentasi Dan Alternatif Penanganannya Di Pelabuhan Selat Baru Bengkalis (061a)*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7) Universitas Sebelas Maret (UNS) 24-26 Oktober 2013: A31-A38.

- Komar, P.D. 1983. *CRC Handbook of Coastal Processes and Erosion*. CRC Press. Inc Boca Raton. Florida
- Kusnan. 2011. *Evaluasi Kejadian Sedimentasi Di Kali Surabaya, Sebagai Data Penunjang Untuk Mengantisipasi Terjadinya Banjir Di Kota Surabaya*. Jurnal pengairan Universitas Brawijaya vol.2, No.1.
- Liu, Zhou., 2001. *Sediment Transport*. Laboratoriet for Hydraulik og Havnebygning Instituttet for Vand, Jord og Miljøteknik Aalborg Universitet.
- Nontji, A. 1993. **Laut Nusantara**. Penerbit Djambatan. Jakarta
- Odum, P.E. 1971. *Fundamentals of Ecology*. W.B Saunders Company. Philadelphia
- Poerbandono dan Djunarsjah, E. 2005. *Survei Hidrografi*. Refika Aditama. Bandung.
- Pariwono, John, 1989. *Makalah : Gaya Penggerak Pasang Surut*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Jakarta
- Pariwono, John. 1998. *Kondisi Oseanografi Perairan Pesisir Lampung, Proyek Pesisir Publication, Techical Report (Te-99/12-1) Coastal Research Center*. Universitas Of Rhode Island. Jakarta
- Peraturan Daerah No. 7 Tahun 2007 Kota Surabaya Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Surabaya 2013. Surabaya.
- Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014. Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034.
- Pond, S. dan Pickard, G.L. 1983. *Introductory dynamical oceanography*. 2nd ed. British Library Cataloguing in Publication Data. Pramadya Paramita, Jakarta.
- Pradana dan Purwadio. 2014. *Arahan Pengendalian Penggunaan Lahan Berdasarkan Kemampuan Penampungan Air di Kawasan Pantai Timur Surabaya*. Jurnal Teknik Pomits Vol. 3, No. 2, (2014) Issn: 2337-3539
- Publikasi Badan Pusat Statistika Surabaya
- Pulungan, Rudiansyah. 2013. *Status Penguasaan Tanah Timbul (Aanslibbing) Di Kecamatan Rengat Kabupaten Indragiri Hulu*. Premise Law Journal Vol 1 No.2:1-20
- Putro. 2009. *Model Simulasi Hidrologi Pada Kawasan Pengembangan Pemukiman Sebagai Upaya Konservasi Air*. Universitas Gunadharma, Jakarta.
- Review Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Surabaya Berdasarkan UU Penataan Ruang No.26/2007 tahun 2009
- Rismana dan Firmansyah. 2011. *Evaluasi pemanfaatan ruang berdasarkan indeks konservasi di Sub DAS Cikapundung Hulu Provinsi Jawa Barat*. Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi, Vol. 2 No. 1 April 2011: 49 - 66

- Rositasari, R., Witasari, Y., M, Lestari dan Surunati, D. 2010. *Kajian Terhadap Lingkungan Pesisir Semarang Berdasarkan Karakteristik Sedimen, Oseanografi, Logam Berat Kontaminan dan Toksisitasnya*. [Laporan Penelitian]. Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta, 37 p.
- Saud, Ismail. 2008. *Prediksi Sedimentasi Kali Mas Surabaya*. Jurnal Aplikasi: Media Informasi dan Komunikasi Aplikasi Teknik Sipil Terkini ISSN.1907-753X Volume 4, Nomor 1, Pebruari 2018: 20-26
- Setiyono, H. 1996. *Kamus Oseanografi*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Setyandito dan Triyanto. 2007. *Analisa Erosi Dan Perubahan Garis Pantai Pada Pantai Pasir Buatan Dan Sekitarnya Di Takisung, Propinsi Kalimantan Selatan*. Jurnal Teknik Sipil Volume 7 No.3 , Juni 2007: 224-235
- Soegiarto, A. 1976. *Pedoman Umum Pengelolaan Wilayah Pesisir*. Jakarta. Lembaga Oseanologi Nasional.
- Srijati,dkk. 2017. *Analisis Laju Sedimentasi Di Perairan Muara Sungai Waridin Kabupaten Kendal*. Jurnal Oseanografi. Volume 6, Nomor 1, Tahun 2017:246-253
- Tarigan, Salam. 2007. *Perubahan Garis Pantai Di Wilayah Pesisir Perairan Cisadane, Provinsi Banten*. Makara, SAINS, VOL. 11, NO. 1, APRIL 2007: 49-55
- Triatmodjo,Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta
- Wahyudi,dkk. 2009. *Analisa Kerentanan Pantai di Wilayah Pesisir Pantai Utara Jawa Timur*. SENTA 2009:1-9.
- Wahyudi dan Jupantara. 2004. *Studi Simulasi Sedimentasi Akibat Pengembangan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya*. Jurnal Teknologi Kelautan Vol.8, No.2, juli 2004:74-85.
- Wesesa dan Irianto. 2016. *Analisis Penyebab Keruntuhan Tebing Sungai Jagir Wonokromo River Improvement Surabaya..* Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Vol 1 Nomer 1/rekat/16:24 - 32
- Wibisono, M.S. 2005. *Pengantar Ilmu Kelautan*. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Wulandari dan Setiawan. 2015. *Penilaian Tingkat Keberlanjutan Kawasan Pantai Timur Surabaya sebagai Kawasan Konservasi Berkelanjutan*. Jurnal Teknik Its Vol. 4, No. 2, (2015) Issn: 2337-3539
- Yuwono, Nur.Dr.Ir.Dipl.HE. 1992 . *Teknik Pantai Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai Volume II*. Biro Penerbit KMTS Fak. Teknik UGM. Yogyakarta

LAMPIRAN I

VALIDASI WATER LEVEL

date	time	water level (571,7)(m) (1)	water level (572,2)(m) (2)	water level (577,154) (m) (3)	water level dishidros (m) (4)	ABS (1) (5)	Δ water level (m) =ABS((1)-(4)) (6)	ABS (2) (7)	Δ water level (m) =ABS((2)-(4)) (8)	ABS (3) (9)	Δ water level (m) =ABS((3)-(4)) (10)
19/04/2015	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19/04/2015	1	0.279264	0.279264	0.27	0.4	0.28	0.12	0.28	0.12	0.27	0.13
19/04/2015	2	0.00144111	0.0014411	0.02	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02
19/04/2015	3	-0.28245	-0.28245	-0.25	-0.3	0.28	0.02	0.28	0.02	0.25	0.05
19/04/2015	4	-0.504202	-0.504202	-0.47	-0.6	0.50	0.10	0.50	0.10	0.47	0.13
19/04/2015	5	-0.571093	-0.571093	-0.55	-0.6	0.57	0.03	0.57	0.03	0.55	0.05
19/04/2015	6	-0.451116	-0.451116	-0.45	-0.5	0.45	0.05	0.45	0.05	0.45	0.05
19/04/2015	7	-0.194953	-0.194953	-0.21	-0.2	0.19	0.01	0.19	0.01	0.21	0.01
19/04/2015	8	0.15927	0.15927	0.13	0.1	0.16	0.06	0.16	0.06	0.13	0.03
19/04/2015	9	0.539903	0.539903	0.51	0.6	0.54	0.06	0.54	0.06	0.51	0.09
19/04/2015	10	0.830324	0.830324	0.80	0.9	0.83	0.07	0.83	0.07	0.80	0.10
19/04/2015	11	0.966586	0.966586	0.95	1.1	0.97	0.13	0.97	0.13	0.95	0.15
19/04/2015	12	0.917284	0.917284	0.92	1	0.92	0.08	0.92	0.08	0.92	0.08
19/04/2015	13	0.67004	0.67004	0.68	0.7	0.67	0.03	0.67	0.03	0.68	0.02
19/04/2015	14	0.287093	0.287093	0.31	0.3	0.29	0.01	0.29	0.01	0.31	0.01
19/04/2015	15	-0.134563	-0.134563	-0.09	-0.2	0.13	0.07	0.13	0.07	0.09	0.11
19/04/2015	16	-0.530391	-0.530391	-0.46	-0.5	0.53	0.03	0.53	0.03	0.46	0.04
19/04/2015	17	-0.81587	-0.81587	-0.74	-0.8	0.82	0.02	0.82	0.02	0.74	0.06
19/04/2015	18	-0.908669	-0.908669	-0.86	-0.9	0.91	0.01	0.91	0.01	0.86	0.04
19/04/2015	19	-0.816811	-0.816811	-0.80	-0.8	0.82	0.02	0.82	0.02	0.80	0.00
19/04/2015	20	-0.579006	-0.579006	-0.58	-0.5	0.58	0.08	0.58	0.08	0.58	0.08
19/04/2015	21	-0.237514	-0.237514	-0.26	-0.2	0.24	0.04	0.24	0.04	0.26	0.06
19/04/2015	22	0.100197	0.100197	0.07	0.2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.07	0.13
19/04/2015	23	0.336445	0.336445	0.31	0.5	0.34	0.16	0.34	0.16	0.31	0.19
20/04/2015	0	0.435837	0.435837	0.42	0.4	0.44	0.04	0.44	0.04	0.42	0.02
20/04/2015	1	0.364763	0.364763	0.36	0.4	0.36	0.04	0.36	0.04	0.36	0.04
20/04/2015	2	0.150142	0.150142	0.16	0.2	0.15	0.05	0.15	0.05	0.16	0.04
20/04/2015	3	-0.104564	-0.104564	-0.08	-0.1	0.10	0.00	0.10	0.00	0.08	0.02

date	time	water level (571,7)(m) (1)	water level (572,2)(m) (2)	water level (577,154) (m) (3)	water level dishidros (m) (4)	ABS (1) (5)	Δ water level (m) =ABS((1)-(4)) (6)	ABS (2) (7)	Δ water level (m) =ABS((2)-(4)) (8)	ABS (3) (9)	Δ water level (m) =ABS((3)-(4)) (10)
20/04/2015	4	-0.322649	-0.322649	-0.30	-0.4	0.32	0.08	0.32	0.08	0.30	0.10
20/04/2015	5	-0.446145	-0.446145	-0.43	-0.5	0.45	0.05	0.45	0.05	0.43	0.07
20/04/2015	6	-0.402653	-0.402653	-0.40	-0.4	0.40	0.00	0.40	0.00	0.40	0.00
20/04/2015	7	-0.200526	-0.200526	-0.21	-0.2	0.20	0.00	0.20	0.00	0.21	0.01
20/04/2015	8	0.0972118	0.0972118	0.08	0	0.10	0.10	0.10	0.10	0.08	0.08
20/04/2015	9	0.44688	0.44688	0.42	0.4	0.45	0.05	0.45	0.05	0.42	0.02
20/04/2015	10	0.769076	0.769076	0.74	0.8	0.77	0.03	0.77	0.03	0.74	0.06
20/04/2015	11	0.959384	0.959384	0.94	1	0.96	0.04	0.96	0.04	0.94	0.06
20/04/2015	12	0.977931	0.977931	0.97	1.1	0.98	0.12	0.98	0.12	0.97	0.13
20/04/2015	13	0.816485	0.816485	0.82	0.9	0.82	0.08	0.82	0.08	0.82	0.08
20/04/2015	14	0.483347	0.483347	0.50	0.5	0.48	0.02	0.48	0.02	0.50	0.00
20/04/2015	15	0.0555715	0.0555715	0.10	0	0.06	0.06	0.06	0.06	0.10	0.10
20/04/2015	16	-0.36984	-0.36984	-0.30	-0.4	0.37	0.03	0.37	0.03	0.30	0.10
20/04/2015	17	-0.731222	-0.731222	-0.65	-0.8	0.73	0.07	0.73	0.07	0.65	0.15
20/04/2015	18	-0.944759	-0.944759	-0.87	-1	0.94	0.06	0.94	0.06	0.87	0.13
20/04/2015	19	-0.952851	-0.952851	-0.92	-1	0.95	0.05	0.95	0.05	0.92	0.08
20/04/2015	20	-0.793921	-0.793921	-0.79	-0.8	0.79	0.01	0.79	0.01	0.79	0.01
20/04/2015	21	-0.517581	-0.517581	-0.53	-0.5	0.52	0.02	0.52	0.02	0.53	0.03
20/04/2015	22	-0.177741	-0.177741	-0.21	-0.1	0.18	0.08	0.18	0.08	0.21	0.11
20/04/2015	23	0.115568	0.115568	0.08	0.2	0.12	0.08	0.12	0.08	0.08	0.12
21/04/2015	0	0.290005	0.290005	0.27	0.4	0.29	0.11	0.29	0.11	0.27	0.13
21/04/2015	1	0.332527	0.332527	0.32	0.3	0.33	0.03	0.33	0.03	0.32	0.02
21/04/2015	2	0.228251	0.228251	0.23	0.3	0.23	0.07	0.23	0.07	0.23	0.07
21/04/2015	3	0.0282028	0.0282028	0.04	0.1	0.03	0.07	0.03	0.07	0.04	0.06
21/04/2015	4	-0.165472	-0.165472	-0.15	-0.2	0.17	0.03	0.17	0.03	0.15	0.05
21/04/2015	5	-0.294148	-0.294148	-0.28	-0.3	0.29	0.01	0.29	0.01	0.28	0.02
21/04/2015	6	-0.313978	-0.313978	-0.31	-0.3	0.31	0.01	0.31	0.01	0.31	0.01
21/04/2015	7	-0.180599	-0.180599	-0.19	-0.3	0.18	0.12	0.18	0.12	0.19	0.11

date	time	water level (571,7)(m) (1)	water level (572,2)(m) (2)	water level (577,154) (m) (3)	water level dishidros (m) (4)	ABS (1) (5)	Δ water level (m) =ABS((1)-(4)) (6)	ABS (2) (7)	Δ water level (m) =ABS((2)-(4)) (8)	ABS (3) (9)	Δ water level (m) =ABS((3)-(4)) (10)
21/04/2015	8	0.0680278	0.0680278	0.05	0	0.07	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05
21/04/2015	9	0.364706	0.364706	0.34	0.3	0.36	0.06	0.36	0.06	0.34	0.04
21/04/2015	10	0.669122	0.669122	0.64	0.7	0.67	0.03	0.67	0.03	0.64	0.06
21/04/2015	11	0.903583	0.903583	0.88	0.9	0.90	0.00	0.90	0.00	0.88	0.02
21/04/2015	12	0.984215	0.984215	0.98	1	0.98	0.02	0.98	0.02	0.98	0.02
21/04/2015	13	0.898431	0.898431	0.90	1	0.90	0.10	0.90	0.10	0.90	0.10
21/04/2015	14	0.65559	0.65559	0.66	0.7	0.66	0.04	0.66	0.04	0.66	0.04
21/04/2015	15	0.271036	0.271036	0.30	0.3	0.27	0.03	0.27	0.03	0.30	0.00
21/04/2015	16	-0.164039	-0.164039	-0.11	-0.2	0.16	0.04	0.16	0.04	0.11	0.09
21/04/2015	17	-0.5587	-0.5587	-0.48	-0.6	0.56	0.04	0.56	0.04	0.48	0.12
21/04/2015	18	-0.857722	-0.857722	-0.77	-0.9	0.86	0.04	0.86	0.04	0.77	0.13
21/04/2015	19	-0.987124	-0.987124	-0.93	-1	0.99	0.01	0.99	0.01	0.93	0.07
21/04/2015	20	-0.923261	-0.923261	-0.90	-1	0.92	0.08	0.92	0.08	0.90	0.10
21/04/2015	21	-0.729324	-0.729324	-0.73	-0.8	0.73	0.07	0.73	0.07	0.73	0.07
21/04/2015	22	-0.453261	-0.453261	-0.47	-0.5	0.45	0.05	0.45	0.05	0.47	0.03
21/04/2015	23	-0.151685	-0.151685	-0.18	-0.1	0.15	0.05	0.15	0.05	0.18	0.08
22/04/2015	0	0.0784755	0.0784755	0.05	0	0.08	0.08	0.08	0.08	0.05	0.05
22/04/2015	1	0.196459	0.196459	0.18	0.2	0.20	0.00	0.20	0.00	0.18	0.02
22/04/2015	2	0.206198	0.206198	0.20	0.2	0.21	0.01	0.21	0.01	0.20	0.00
22/04/2015	3	0.104321	0.104321	0.11	0.1	0.10	0.00	0.10	0.00	0.11	0.01
22/04/2015	4	-0.0471237	-0.0471237	-0.04	0	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04
22/04/2015	5	-0.157591	-0.157591	-0.15	-0.1	0.16	0.06	0.16	0.06	0.15	0.05
22/04/2015	6	-0.193074	-0.193074	-0.19	-0.2	0.19	0.01	0.19	0.01	0.19	0.01
22/04/2015	7	-0.126874	-0.126874	-0.13	-0.2	0.13	0.07	0.13	0.07	0.13	0.07
22/04/2015	8	0.0587595	0.0587595	0.05	0	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05
22/04/2015	9	0.308664	0.308664	0.29	0.2	0.31	0.11	0.31	0.11	0.29	0.09
22/04/2015	10	0.563643	0.563643	0.54	0.5	0.56	0.06	0.56	0.06	0.54	0.04
22/04/2015	11	0.794695	0.794695	0.78	0.8	0.79	0.01	0.79	0.01	0.78	0.02

date	time	water level (571,7)(m) (1)	water level (572,2)(m) (2)	water level (577,154) (m) (3)	water level dishidros (m) (4)	ABS (1) (5)	Δ water level (m) =ABS((1)-(4)) (6)	ABS (2) (7)	Δ water level (m) =ABS((2)-(4)) (8)	ABS (3) (9)	Δ water level (m) =ABS((3)-(4)) (10)
22/04/2015	12	0.931954	0.931954	0.92	0.9	0.93	0.03	0.93	0.03	0.92	0.02
22/04/2015	13	0.915151	0.915151	0.91	0.9	0.92	0.02	0.92	0.02	0.91	0.01
22/04/2015	14	0.758005	0.758005	0.76	0.8	0.76	0.04	0.76	0.04	0.76	0.04
22/04/2015	15	0.465774	0.465774	0.48	0.5	0.47	0.03	0.47	0.03	0.48	0.02
22/04/2015	16	0.0672222	0.0672222	0.10	0.1	0.07	0.03	0.07	0.03	0.10	0.00
22/04/2015	17	-0.338789	-0.338789	-0.28	-0.3	0.34	0.04	0.34	0.04	0.28	0.02
22/04/2015	18	-0.674282	-0.674282	-0.60	-0.7	0.67	0.03	0.67	0.03	0.60	0.10
22/04/2015	19	-0.896706	-0.896706	-0.83	-0.9	0.90	0.00	0.90	0.00	0.83	0.07
22/04/2015	20	-0.951344	-0.951344	-0.91	-1	0.95	0.05	0.95	0.05	0.91	0.09
22/04/2015	21	-0.848503	-0.848503	-0.84	-0.9	0.85	0.05	0.85	0.05	0.84	0.06
22/04/2015	22	-0.659548	-0.659548	-0.66	-0.7	0.66	0.04	0.66	0.04	0.66	0.04
22/04/2015	23	-0.4179	-0.4179	-0.44	-0.4	0.42	0.02	0.42	0.02	0.44	0.04
23/04/2015	0	-0.172904	-0.172904	-0.20	-0.2	0.17	0.03	0.17	0.03	0.20	0.00
23/04/2015	1	-0.0004552	-0.0004552	-0.02	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02
23/04/2015	2	0.0858702	0.0858702	0.07	0.1	0.09	0.01	0.09	0.01	0.07	0.03
23/04/2015	3	0.0955899	0.0955899	0.09	0.1	0.10	0.00	0.10	0.00	0.09	0.01
23/04/2015	4	0.0280277	0.0280277	0.03	0.1	0.03	0.07	0.03	0.07	0.03	0.07
23/04/2015	5	-0.0526053	-0.0526053	-0.05	0	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
23/04/2015	6	-0.0766732	-0.0766732	-0.08	-0.1	0.08	0.02	0.08	0.02	0.08	0.02
23/04/2015	7	-0.0369691	-0.0369691	-0.04	0	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
23/04/2015	8	0.0780446	0.0780446	0.07	0.1	0.08	0.02	0.08	0.02	0.07	0.03
23/04/2015	9	0.26949	0.26949	0.26	0.2	0.27	0.07	0.27	0.07	0.26	0.06
23/04/2015	10	0.477667	0.477667	0.46	0.4	0.48	0.08	0.48	0.08	0.46	0.06
23/04/2015	11	0.663816	0.663816	0.65	0.6	0.66	0.06	0.66	0.06	0.65	0.05
23/04/2015	12	0.813481	0.813481	0.80	0.8	0.81	0.01	0.81	0.01	0.80	0.00
23/04/2015	13	0.865321	0.865321	0.86	0.8	0.87	0.07	0.87	0.07	0.86	0.06
23/04/2015	14	0.782559	0.782559	0.78	0.8	0.78	0.02	0.78	0.02	0.78	0.02
23/04/2015	15	0.586783	0.586783	0.59	0.6	0.59	0.01	0.59	0.01	0.59	0.01

date	time	water level (571,7)(m) (1)	water level (572,2)(m) (2)	water level (577,154) (m) (3)	water level dishidros (m) (4)	ABS (1) (5)	Δ water level (m) =ABS((1)-(4)) (6)	ABS (2) (7)	Δ water level (m) =ABS((2)-(4)) (8)	ABS (3) (9)	Δ water level (m) =ABS((3)-(4)) (10)
23/04/2015	16	0.280397	0.280397	0.30	0.3	0.28	0.02	0.28	0.02	0.30	0.00
23/04/2015	17	-0.0953042	-0.0953042	-0.06	0	0.10	0.10	0.10	0.10	0.06	0.06
23/04/2015	18	-0.441842	-0.441842	-0.39	-0.4	0.44	0.04	0.44	0.04	0.39	0.01
23/04/2015	19	-0.703603	-0.703603	-0.64	-0.6	0.70	0.10	0.70	0.10	0.64	0.04
23/04/2015	20	-0.856508	-0.856508	-0.81	-0.8	0.86	0.06	0.86	0.06	0.81	0.01
23/04/2015	21	-0.867282	-0.867282	-0.84	-0.9	0.87	0.03	0.87	0.03	0.84	0.06
23/04/2015	22	-0.767861	-0.767861	-0.76	-0.8	0.77	0.03	0.77	0.03	0.76	0.04
23/04/2015	23	-0.616753	-0.616753	-0.62	-0.6	0.62	0.02	0.62	0.02	0.62	0.02
24/04/2015	0	-0.42484	-0.42484	-0.44	-0.5	0.42	0.08	0.42	0.08	0.44	0.06
24/04/2015	1	-0.230709	-0.230709	-0.25	-0.3	0.23	0.07	0.23	0.07	0.25	0.05
24/04/2015	2	-0.0910736	-0.0910736	-0.11	-0.1	0.09	0.01	0.09	0.01	0.11	0.01
24/04/2015	3	-0.0036832	-0.0036832	-0.01	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
24/04/2015	4	0.0352966	0.0352966	0.03	0	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
24/04/2015	5	0.0225017	0.0225017	0.02	0.1	0.02	0.08	0.02	0.08	0.02	0.08
24/04/2015	6	0.0167875	0.0167875	0.02	0.1	0.02	0.08	0.02	0.08	0.02	0.08
24/04/2015	7	0.0605059	0.0605059	0.06	0.1	0.06	0.04	0.06	0.04	0.06	0.04
24/04/2015	8	0.137891	0.137891	0.14	0.2	0.14	0.06	0.14	0.06	0.14	0.06
24/04/2015	9	0.25555	0.25555	0.25	0.3	0.26	0.04	0.26	0.04	0.25	0.05
24/04/2015	10	0.407969	0.407969	0.40	0.4	0.41	0.01	0.41	0.01	0.40	0.00
24/04/2015	11	0.545572	0.545572	0.54	0.5	0.55	0.05	0.55	0.05	0.54	0.04
24/04/2015	12	0.656902	0.656902	0.65	0.6	0.66	0.06	0.66	0.06	0.65	0.05
24/04/2015	13	0.737896	0.737896	0.74	0.7	0.74	0.04	0.74	0.04	0.74	0.04
24/04/2015	14	0.731551	0.731551	0.73	0.7	0.73	0.03	0.73	0.03	0.73	0.03
24/04/2015	15	0.61837	0.61837	0.62	0.6	0.62	0.02	0.62	0.02	0.62	0.02
24/04/2015	16	0.417547	0.417547	0.43	0.4	0.42	0.02	0.42	0.02	0.43	0.03
24/04/2015	17	0.131693	0.131693	0.15	0.2	0.13	0.07	0.13	0.07	0.15	0.05
24/04/2015	18	-0.189581	-0.189581	-0.15	-0.1	0.19	0.09	0.19	0.09	0.15	0.05
24/04/2015	19	-0.460313	-0.460313	-0.42	-0.4	0.46	0.06	0.46	0.06	0.42	0.02

date	time	water level (571,7)(m) (1)	water level (572,2)(m) (2)	water level (577,154) (m) (3)	water level dishidros (m) (4)	ABS (1) (5)	Δ water level (m) =ABS((1)-(4)) (6)	ABS (2) (7)	Δ water level (m) =ABS((2)-(4)) (8)	ABS (3) (9)	Δ water level (m) =ABS((3)-(4)) (10)
24/04/2015	20	-0.655417	-0.655417	-0.61	-0.6	0.66	0.06	0.66	0.06	0.61	0.01
24/04/2015	21	-0.767564	-0.767564	-0.74	-0.7	0.77	0.07	0.77	0.07	0.74	0.04
24/04/2015	22	-0.776071	-0.776071	-0.76	-0.8	0.78	0.02	0.78	0.02	0.76	0.04
24/04/2015	23	-0.714711	-0.714711	-0.71	-0.7	0.71	0.01	0.71	0.01	0.71	0.01
25/04/2015	0	-0.614207	-0.614207	-0.62	-0.6	0.61	0.01	0.61	0.01	0.62	0.02
25/04/2015	1	-0.463296	-0.463296	-0.47	-0.5	0.46	0.04	0.46	0.04	0.47	0.03
25/04/2015	2	-0.295404	-0.295404	-0.31	-0.4	0.30	0.10	0.30	0.10	0.31	0.09
25/04/2015	3	-0.1559	-0.1559	-0.17	-0.2	0.16	0.04	0.16	0.04	0.17	0.03
25/04/2015	4	-0.0387937	-0.0387937	-0.05	-0.1	0.04	0.06	0.04	0.06	0.05	0.05
25/04/2015	5	0.0468016	0.0468016	0.04	0	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04
25/04/2015	6	0.0924153	0.0924153	0.09	0.1	0.09	0.01	0.09	0.01	0.09	0.01
25/04/2015	7	0.144918	0.144918	0.14	0.2	0.14	0.06	0.14	0.06	0.14	0.06
25/04/2015	8	0.218663	0.218663	0.22	0.3	0.22	0.08	0.22	0.08	0.22	0.08
25/04/2015	9	0.286881	0.286881	0.29	0.3	0.29	0.01	0.29	0.01	0.29	0.01
25/04/2015	10	0.362356	0.362356	0.36	0.4	0.36	0.04	0.36	0.04	0.36	0.04
25/04/2015	11	0.445005	0.445005	0.44	0.4	0.45	0.05	0.45	0.05	0.44	0.04
25/04/2015	12	0.505478	0.505478	0.50	0.6	0.51	0.09	0.51	0.09	0.50	0.10
25/04/2015	13	0.557214	0.557214	0.56	0.6	0.56	0.04	0.56	0.04	0.56	0.04
25/04/2015	14	0.596041	0.596041	0.60	0.6	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
25/04/2015	15	0.565046	0.565046	0.57	0.6	0.57	0.03	0.57	0.03	0.57	0.03
25/04/2015	16	0.454928	0.454928	0.46	0.4	0.45	0.05	0.45	0.05	0.46	0.06
25/04/2015	17	0.281988	0.281988	0.29	0.3	0.28	0.02	0.28	0.02	0.29	0.01
25/04/2015	18	0.0463603	0.0463603	0.06	0.1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04
25/04/2015	19	-0.202433	-0.202433	-0.18	-0.1	0.20	0.10	0.20	0.10	0.18	0.08
25/04/2015	20	-0.403323	-0.403323	-0.38	-0.3	0.40	0.10	0.40	0.10	0.38	0.08
25/04/2015	21	-0.560948	-0.560948	-0.53	-0.5	0.56	0.06	0.56	0.06	0.53	0.03
25/04/2015	22	-0.672139	-0.672139	-0.65	-0.6	0.67	0.07	0.67	0.07	0.65	0.05
25/04/2015	23	-0.713119	-0.713119	-0.70	-0.7	0.71	0.01	0.71	0.01	0.70	0.00

date	time	water level (571,7)(m) (1)	water level (572,2)(m) (2)	water level (577,154) (m) (3)	water level dishidros (m) (4)	ABS (1) (5)	Δ water level (m) =ABS((1)-(4)) (6)	ABS (2) (7)	Δ water level (m) =ABS((2)-(4)) (8)	ABS (3) (9)	Δ water level (m) =ABS((3)-(4)) (10)
26/04/2015	0	-0.702986	-0.702986	-0.70	-0.7	0.70	0.00	0.70	0.00	0.70	0.00
26/04/2015	1	-0.640936	-0.640936	-0.64	-0.7	0.64	0.06	0.64	0.06	0.64	0.06
26/04/2015	2	-0.503943	-0.503943	-0.51	-0.5	0.50	0.00	0.50	0.00	0.51	0.01
26/04/2015	3	-0.33059	-0.33059	-0.34	-0.4	0.33	0.07	0.33	0.07	0.34	0.06
26/04/2015	4	-0.162653	-0.162653	-0.18	-0.2	0.16	0.04	0.16	0.04	0.18	0.02
26/04/2015	5	0.00076247	0.0007625	-0.02	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02
26/04/2015	6	0.134058	0.134058	0.12	0.1	0.13	0.03	0.13	0.03	0.12	0.02
26/04/2015	7	0.222203	0.222203	0.21	0.3	0.22	0.08	0.22	0.08	0.21	0.09
26/04/2015	8	0.297892	0.297892	0.29	0.3	0.30	0.00	0.30	0.00	0.29	0.01
26/04/2015	9	0.353605	0.353605	0.35	0.3	0.35	0.05	0.35	0.05	0.35	0.05
26/04/2015	10	0.366726	0.366726	0.37	0.4	0.37	0.03	0.37	0.03	0.37	0.03
26/04/2015	11	0.36957	0.36957	0.37	0.4	0.37	0.03	0.37	0.03	0.37	0.03
26/04/2015	12	0.374445	0.374445	0.37	0.4	0.37	0.03	0.37	0.03	0.37	0.03
26/04/2015	13	0.373576	0.373576	0.37	0.4	0.37	0.03	0.37	0.03	0.37	0.03
26/04/2015	14	0.394168	0.394168	0.39	0.4	0.39	0.01	0.39	0.01	0.39	0.01
26/04/2015	15	0.421589	0.421589	0.42	0.4	0.42	0.02	0.42	0.02	0.42	0.02
26/04/2015	16	0.398644	0.398644	0.40	0.4	0.40	0.00	0.40	0.00	0.40	0.00
26/04/2015	17	0.323943	0.323943	0.33	0.3	0.32	0.02	0.32	0.02	0.33	0.03
26/04/2015	18	0.206325	0.206325	0.21	0.2	0.21	0.01	0.21	0.01	0.21	0.01
26/04/2015	19	0.0375632	0.0375632	0.05	0.1	0.04	0.06	0.04	0.06	0.05	0.05
26/04/2015	20	-0.142734	-0.142734	-0.13	0	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13
26/04/2015	21	-0.302873	-0.302873	-0.29	-0.2	0.30	0.10	0.30	0.10	0.29	0.09
26/04/2015	22	-0.463516	-0.463516	-0.44	-0.4	0.46	0.06	0.46	0.06	0.44	0.04
26/04/2015	23	-0.606988	-0.606988	-0.59	-0.6	0.61	0.01	0.61	0.01	0.59	0.01
27/04/2015	0	-0.693578	-0.693578	-0.68	-0.7	0.69	0.01	0.69	0.01	0.68	0.02
27/04/2015	1	-0.72189	-0.72189	-0.71	-0.7	0.72	0.02	0.72	0.02	0.71	0.01
27/04/2015	2	-0.667513	-0.667513	-0.67	-0.7	0.67	0.03	0.67	0.03	0.67	0.03
27/04/2015	3	-0.511374	-0.511374	-0.52	-0.6	0.51	0.09	0.51	0.09	0.52	0.08

date	time	water level (571,7)(m) (1)	water level (572,2)(m) (2)	water level (577,154) (m) (3)	water level dishidros (m) (4)	ABS (1) (5)	Δ water level (m) =ABS((1)-(4)) (6)	ABS (2) (7)	Δ water level (m) =ABS((2)-(4)) (8)	ABS (3) (9)	Δ water level (m) =ABS((3)-(4)) (10)
27/04/2015	4	-0.305492	-0.305492	-0.32	-0.4	0.31	0.09	0.31	0.09	0.32	0.08
27/04/2015	5	-0.0924079	-0.0924079	-0.11	-0.1	0.09	0.01	0.09	0.01	0.11	0.01
27/04/2015	6	0.117957	0.117957	0.10	0.1	0.12	0.02	0.12	0.02	0.10	0.00
27/04/2015	7	0.282345	0.282345	0.26	0.3	0.28	0.02	0.28	0.02	0.26	0.04
27/04/2015	8	0.379944	0.379944	0.37	0.4	0.38	0.02	0.38	0.02	0.37	0.03
27/04/2015	9	0.431876	0.431876	0.43	0.4	0.43	0.03	0.43	0.03	0.43	0.03
27/04/2015	10	0.421681	0.421681	0.42	0.4	0.42	0.02	0.42	0.02	0.42	0.02
27/04/2015	11	0.349914	0.349914	0.35	0.3	0.35	0.05	0.35	0.05	0.35	0.05
27/04/2015	12	0.272755	0.272755	0.27	0.3	0.27	0.03	0.27	0.03	0.27	0.03
27/04/2015	13	0.214047	0.214047	0.22	0.2	0.21	0.01	0.21	0.01	0.22	0.02
27/04/2015	14	0.180759	0.180759	0.18	0.2	0.18	0.02	0.18	0.02	0.18	0.02
27/04/2015	15	0.20189	0.20189	0.20	0.2	0.20	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00
27/04/2015	16	0.248026	0.248026	0.25	0.2	0.25	0.05	0.25	0.05	0.25	0.05
27/04/2015	17	0.264011	0.264011	0.26	0.3	0.26	0.04	0.26	0.04	0.26	0.04
27/04/2015	18	0.25153	0.25153	0.25	0.3	0.25	0.05	0.25	0.05	0.25	0.05
27/04/2015	19	0.203288	0.203288	0.20	0.2	0.20	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00
27/04/2015	20	0.0965976	0.0965976	0.10	0.2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
27/04/2015	21	-0.0425005	-0.0425005	-0.03	0	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
27/04/2015	22	-0.203407	-0.203407	-0.19	-0.2	0.20	0.00	0.20	0.00	0.19	0.01
27/04/2015	23	-0.401061	-0.401061	-0.38	-0.4	0.40	0.00	0.40	0.00	0.38	0.02
28/04/2015	0	-0.588619	-0.588619	-0.56	-0.5	0.59	0.09	0.59	0.09	0.56	0.06
28/04/2015	1	-0.707884	-0.707884	-0.69	-0.7	0.71	0.01	0.71	0.01	0.69	0.01
28/04/2015	2	-0.742403	-0.742403	-0.73	-0.7	0.74	0.04	0.74	0.04	0.73	0.03
28/04/2015	3	-0.658958	-0.658958	-0.66	-0.7	0.66	0.04	0.66	0.04	0.66	0.04
28/04/2015	4	-0.456516	-0.456516	-0.47	-0.5	0.46	0.04	0.46	0.04	0.47	0.03
28/04/2015	5	-0.202964	-0.202964	-0.23	-0.3	0.20	0.10	0.20	0.10	0.23	0.07
28/04/2015	6	0.0565238	0.0565238	0.03	0	0.06	0.06	0.06	0.06	0.03	0.03
28/04/2015	7	0.297252	0.297252	0.27	0.3	0.30	0.00	0.30	0.00	0.27	0.03

date	time	water level (571,7)(m) (1)	water level (572,2)(m) (2)	water level (577,154) (m) (3)	water level dishidros (m) (4)	ABS (1) (5)	Δ water level (m) =ABS((1)-(4)) (6)	ABS (2) (7)	Δ water level (m) =ABS((2)-(4)) (8)	ABS (3) (9)	Δ water level (m) =ABS((3)-(4)) (10)
28/04/2015	8	0.459773	0.459773	0.44	0.4	0.46	0.06	0.46	0.06	0.44	0.04
28/04/2015	9	0.522308	0.522308	0.51	0.5	0.52	0.02	0.52	0.02	0.51	0.01
28/04/2015	10	0.502791	0.502791	0.50	0.5	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
28/04/2015	11	0.395894	0.395894	0.40	0.4	0.40	0.00	0.40	0.00	0.40	0.00
28/04/2015	12	0.232912	0.232912	0.24	0.3	0.23	0.07	0.23	0.07	0.24	0.06
28/04/2015	13	0.0898743	0.0898743	0.10	0.1	0.09	0.01	0.09	0.01	0.10	0.00
28/04/2015	14	-0.0050314	-0.0050314	0.00	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
28/04/2015	15	-0.0378131	-0.0378131	-0.04	0	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
28/04/2015	16	0.0141228	0.0141228	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
28/04/2015	17	0.106383	0.106383	0.10	0.1	0.11	0.01	0.11	0.01	0.10	0.00
28/04/2015	18	0.186306	0.186306	0.18	0.2	0.19	0.01	0.19	0.01	0.18	0.02
28/04/2015	19	0.249638	0.249638	0.25	0.2	0.25	0.05	0.25	0.05	0.25	0.05
28/04/2015	20	0.26374	0.26374	0.26	0.3	0.26	0.04	0.26	0.04	0.26	0.04
28/04/2015	21	0.191637	0.191637	0.19	0.2	0.19	0.01	0.19	0.01	0.19	0.01
28/04/2015	22	0.0534136	0.0534136	0.06	0.1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04
28/04/2015	23	-0.144114	-0.144114	-0.13	-0.1	0.14	0.04	0.14	0.04	0.13	0.03
29/04/2015	0	-0.391183	-0.391183	-0.37	-0.4	0.39	0.01	0.39	0.01	0.37	0.03
29/04/2015	1	-0.608592	-0.608592	-0.58	-0.6	0.61	0.01	0.61	0.01	0.58	0.02
29/04/2015	2	-0.728038	-0.728038	-0.70	-0.7	0.73	0.03	0.73	0.03	0.70	0.00
29/04/2015	3	-0.729901	-0.729901	-0.72	-0.7	0.73	0.03	0.73	0.03	0.72	0.02
29/04/2015	4	-0.587384	-0.587384	-0.59	-0.6	0.59	0.01	0.59	0.01	0.59	0.01
29/04/2015	5	-0.324322	-0.324322	-0.34	-0.3	0.32	0.02	0.32	0.02	0.34	0.04
29/04/2015	6	-0.02305	-0.02305	-0.05	-0.1	0.02	0.08	0.02	0.08	0.05	0.05
29/04/2015	7	0.26756	0.26756	0.24	0.2	0.27	0.07	0.27	0.07	0.24	0.04
29/04/2015	8	0.506235	0.506235	0.48	0.5	0.51	0.01	0.51	0.01	0.48	0.02
29/04/2015	9	0.623113	0.623113	0.61	0.6	0.62	0.02	0.62	0.02	0.61	0.01
29/04/2015	10	0.604846	0.604846	0.60	0.6	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
29/04/2015	11	0.483	0.483	0.49	0.5	0.48	0.02	0.48	0.02	0.49	0.01

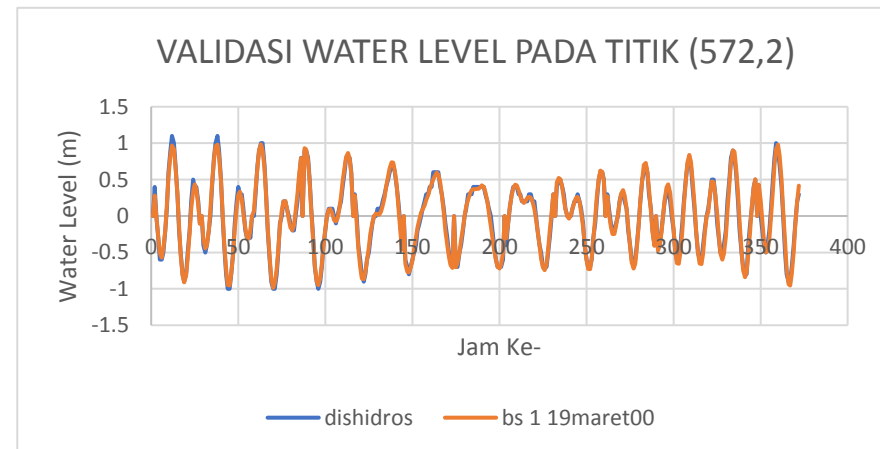
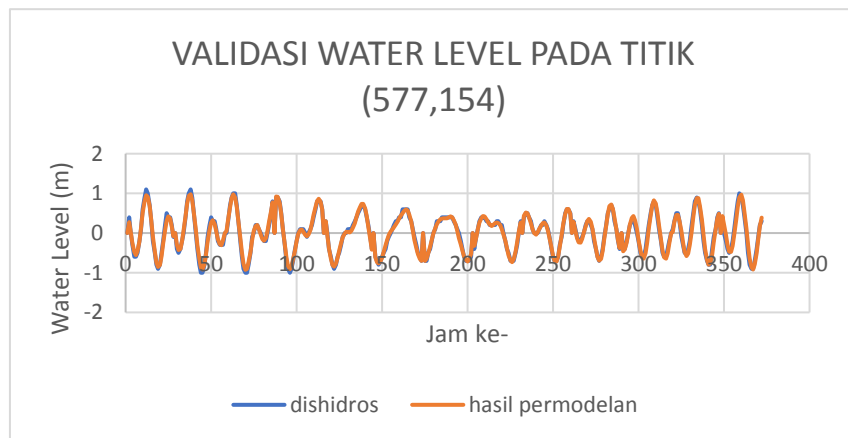
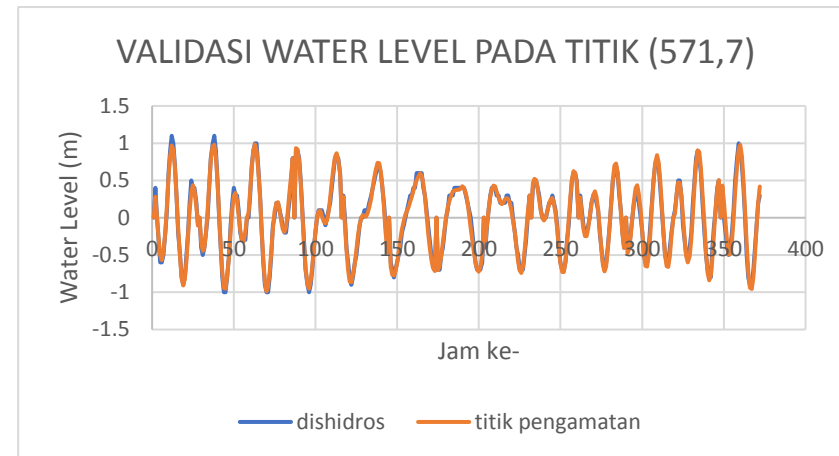
date	time	water level (571,7)(m) (1)	water level (572,2)(m) (2)	water level (577,154) (m) (3)	water level dishidros (m) (4)	ABS (1) (5)	Δ water level (m) =ABS((1)-(4)) (6)	ABS (2) (7)	Δ water level (m) =ABS((2)-(4)) (8)	ABS (3) (9)	Δ water level (m) =ABS((3)-(4)) (10)
29/04/2015	12	0.271787	0.271787	0.28	0.3	0.27	0.03	0.27	0.03	0.28	0.02
29/04/2015	13	0.0323575	0.0323575	0.05	0.1	0.03	0.07	0.03	0.07	0.05	0.05
29/04/2015	14	-0.148807	-0.148807	-0.13	-0.1	0.15	0.05	0.15	0.05	0.13	0.03
29/04/2015	15	-0.247173	-0.247173	-0.24	-0.2	0.25	0.05	0.25	0.05	0.24	0.04
29/04/2015	16	-0.247049	-0.247049	-0.24	-0.2	0.25	0.05	0.25	0.05	0.24	0.04
29/04/2015	17	-0.137743	-0.137743	-0.14	-0.1	0.14	0.04	0.14	0.04	0.14	0.04
29/04/2015	18	0.0216286	0.0216286	0.01	0	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
29/04/2015	19	0.176841	0.176841	0.17	0.2	0.18	0.02	0.18	0.02	0.17	0.03
29/04/2015	20	0.307843	0.307843	0.30	0.3	0.31	0.01	0.31	0.01	0.30	0.00
29/04/2015	21	0.355772	0.355772	0.35	0.3	0.36	0.06	0.36	0.06	0.35	0.05
29/04/2015	22	0.278345	0.278345	0.28	0.2	0.28	0.08	0.28	0.08	0.28	0.08
29/04/2015	23	0.10538	0.10538	0.11	0.1	0.11	0.01	0.11	0.01	0.11	0.01
30/04/2015	0	-0.143545	-0.143545	-0.12	-0.2	0.14	0.06	0.14	0.06	0.12	0.08
30/04/2015	1	-0.42611	-0.42611	-0.39	-0.4	0.43	0.03	0.43	0.03	0.39	0.01
30/04/2015	2	-0.639395	-0.639395	-0.60	-0.6	0.64	0.04	0.64	0.04	0.60	0.00
30/04/2015	3	-0.719762	-0.719762	-0.70	-0.7	0.72	0.02	0.72	0.02	0.70	0.00
30/04/2015	4	-0.656179	-0.656179	-0.65	-0.6	0.66	0.06	0.66	0.06	0.65	0.05
30/04/2015	5	-0.439085	-0.439085	-0.45	-0.4	0.44	0.04	0.44	0.04	0.45	0.05
30/04/2015	6	-0.116781	-0.116781	-0.14	-0.1	0.12	0.02	0.12	0.02	0.14	0.04
30/04/2015	7	0.216419	0.216419	0.18	0.2	0.22	0.02	0.22	0.02	0.18	0.02
30/04/2015	8	0.507797	0.507797	0.48	0.5	0.51	0.01	0.51	0.01	0.48	0.02
30/04/2015	9	0.701487	0.701487	0.68	0.6	0.70	0.10	0.70	0.10	0.68	0.08
30/04/2015	10	0.728077	0.728077	0.72	0.7	0.73	0.03	0.73	0.03	0.72	0.02
30/04/2015	11	0.598963	0.598963	0.60	0.6	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
30/04/2015	12	0.367161	0.367161	0.38	0.3	0.37	0.07	0.37	0.07	0.38	0.08
30/04/2015	13	0.0652586	0.0652586	0.09	0.1	0.07	0.03	0.07	0.03	0.09	0.01
30/04/2015	14	-0.221478	-0.221478	-0.19	-0.2	0.22	0.02	0.22	0.02	0.19	0.01
30/04/2015	15	-0.407382	-0.407382	-0.38	-0.4	0.41	0.01	0.41	0.01	0.38	0.02

date	time	water level (571,7)(m) (1)	water level (572,2)(m) (2)	water level (577,154) (m) (3)	water level dishidros (m) (4)	ABS (1) (5)	Δ water level (m) =ABS((1)-(4)) (6)	ABS (2) (7)	Δ water level (m) =ABS((2)-(4)) (8)	ABS (3) (9)	Δ water level (m) =ABS((3)-(4)) (10)
30/04/2015	16	-0.476497	-0.476497	-0.46	-0.4	0.48	0.08	0.48	0.08	0.46	0.06
30/04/2015	17	-0.414593	-0.414593	-0.41	-0.4	0.41	0.01	0.41	0.01	0.41	0.01
30/04/2015	18	-0.228858	-0.228858	-0.24	-0.2	0.23	0.03	0.23	0.03	0.24	0.04
30/04/2015	19	0.00586944	0.0058694	-0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
30/04/2015	20	0.227657	0.227657	0.21	0.2	0.23	0.03	0.23	0.03	0.21	0.01
30/04/2015	21	0.396365	0.396365	0.38	0.3	0.40	0.10	0.40	0.10	0.38	0.08
30/04/2015	22	0.435927	0.435927	0.43	0.4	0.44	0.04	0.44	0.04	0.43	0.03
30/04/2015	23	0.317929	0.317929	0.32	0.2	0.32	0.12	0.32	0.12	0.32	0.12
01/05/2015	0	0.0946191	0.0946191	0.11	0	0.09	0.09	0.09	0.09	0.11	0.11
01/05/2015	1	-0.194367	-0.194367	-0.17	-0.2	0.19	0.01	0.19	0.01	0.17	0.03
01/05/2015	2	-0.478301	-0.478301	-0.44	-0.5	0.48	0.02	0.48	0.02	0.44	0.06
01/05/2015	3	-0.646506	-0.646506	-0.61	-0.6	0.65	0.05	0.65	0.05	0.61	0.01
01/05/2015	4	-0.65449	-0.65449	-0.64	-0.6	0.65	0.05	0.65	0.05	0.64	0.04
01/05/2015	5	-0.508337	-0.508337	-0.51	-0.4	0.51	0.11	0.51	0.11	0.51	0.11
01/05/2015	6	-0.217178	-0.217178	-0.24	-0.1	0.22	0.12	0.22	0.12	0.24	0.14
01/05/2015	7	0.146772	0.146772	0.11	0.2	0.15	0.05	0.15	0.05	0.11	0.09
01/05/2015	8	0.482002	0.482002	0.45	0.5	0.48	0.02	0.48	0.02	0.45	0.05
01/05/2015	9	0.733853	0.733853	0.71	0.7	0.73	0.03	0.73	0.03	0.71	0.01
01/05/2015	10	0.838709	0.838709	0.82	0.8	0.84	0.04	0.84	0.04	0.82	0.02
01/05/2015	11	0.742603	0.742603	0.74	0.7	0.74	0.04	0.74	0.04	0.74	0.04
01/05/2015	12	0.499354	0.499354	0.51	0.4	0.50	0.10	0.50	0.10	0.51	0.11
01/05/2015	13	0.169794	0.169794	0.19	0.1	0.17	0.07	0.17	0.07	0.19	0.09
01/05/2015	14	-0.193941	-0.193941	-0.15	-0.2	0.19	0.01	0.19	0.01	0.15	0.05
01/05/2015	15	-0.492308	-0.492308	-0.44	-0.5	0.49	0.01	0.49	0.01	0.44	0.06
01/05/2015	16	-0.649368	-0.649368	-0.61	-0.6	0.65	0.05	0.65	0.05	0.61	0.01
01/05/2015	17	-0.6596	-0.6596	-0.64	-0.6	0.66	0.06	0.66	0.06	0.64	0.04
01/05/2015	18	-0.515547	-0.515547	-0.51	-0.4	0.52	0.12	0.52	0.12	0.51	0.11
01/05/2015	19	-0.247353	-0.247353	-0.27	-0.2	0.25	0.05	0.25	0.05	0.27	0.07

date	time	water level (571,7)(m) (1)	water level (572,2)(m) (2)	water level (577,154) (m) (3)	water level dishidros (m) (4)	ABS (1) (5)	Δ water level (m) =ABS((1)-(4)) (6)	ABS (2) (7)	Δ water level (m) =ABS((2)-(4)) (8)	ABS (3) (9)	Δ water level (m) =ABS((3)-(4)) (10)
01/05/2015	20	0.0516551	0.0516551	0.03	0.1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03	0.07
01/05/2015	21	0.310515	0.310515	0.28	0.3	0.31	0.01	0.31	0.01	0.28	0.02
01/05/2015	22	0.474028	0.474028	0.45	0.5	0.47	0.03	0.47	0.03	0.45	0.05
01/05/2015	23	0.46628	0.46628	0.46	0.5	0.47	0.03	0.47	0.03	0.46	0.04
02/05/2015	0	0.292237	0.292237	0.30	0.3	0.29	0.01	0.29	0.01	0.30	0.00
02/05/2015	1	0.0284274	0.0284274	0.05	-0.1	0.03	0.13	0.03	0.13	0.05	0.15
02/05/2015	2	-0.269005	-0.269005	-0.24	-0.3	0.27	0.03	0.27	0.03	0.24	0.06
02/05/2015	3	-0.512475	-0.512475	-0.47	-0.5	0.51	0.01	0.51	0.01	0.47	0.03
02/05/2015	4	-0.600592	-0.600592	-0.58	-0.5	0.60	0.10	0.60	0.10	0.58	0.08
02/05/2015	5	-0.518157	-0.518157	-0.52	-0.4	0.52	0.12	0.52	0.12	0.52	0.12
02/05/2015	6	-0.290188	-0.290188	-0.30	-0.2	0.29	0.09	0.29	0.09	0.30	0.10
02/05/2015	7	0.0577875	0.0577875	0.03	0.2	0.06	0.14	0.06	0.14	0.03	0.17
02/05/2015	8	0.432029	0.432029	0.40	0.5	0.43	0.07	0.43	0.07	0.40	0.10
02/05/2015	9	0.730465	0.730465	0.70	0.8	0.73	0.07	0.73	0.07	0.70	0.10
02/05/2015	10	0.901882	0.901882	0.88	0.9	0.90	0.00	0.90	0.00	0.88	0.02
02/05/2015	11	0.884142	0.884142	0.88	0.8	0.88	0.08	0.88	0.08	0.88	0.08
02/05/2015	12	0.663849	0.663849	0.67	0.6	0.66	0.06	0.66	0.06	0.67	0.07
02/05/2015	13	0.319116	0.319116	0.34	0.2	0.32	0.12	0.32	0.12	0.34	0.14
02/05/2015	14	-0.0804757	-0.0804757	-0.04	-0.2	0.08	0.12	0.08	0.12	0.04	0.16
02/05/2015	15	-0.469602	-0.469602	-0.41	-0.5	0.47	0.03	0.47	0.03	0.41	0.09
02/05/2015	16	-0.743007	-0.743007	-0.68	-0.7	0.74	0.04	0.74	0.04	0.68	0.02
02/05/2015	17	-0.840816	-0.840816	-0.80	-0.8	0.84	0.04	0.84	0.04	0.80	0.00
02/05/2015	18	-0.770158	-0.770158	-0.76	-0.8	0.77	0.03	0.77	0.03	0.76	0.04
02/05/2015	19	-0.538384	-0.538384	-0.54	-0.4	0.54	0.14	0.54	0.14	0.54	0.14
02/05/2015	20	-0.200952	-0.200952	-0.23	-0.1	0.20	0.10	0.20	0.10	0.23	0.13
02/05/2015	21	0.131437	0.131437	0.10	0.1	0.13	0.03	0.13	0.03	0.10	0.00
02/05/2015	22	0.385545	0.385545	0.36	0.4	0.39	0.01	0.39	0.01	0.36	0.04
02/05/2015	23	0.503856	0.503856	0.48	0.5	0.50	0.00	0.50	0.00	0.48	0.02

date	time	water level (571,7)(m) (1)	water level (572,2)(m) (2)	water level (577,154) (m) (3)	water level dishidros (m) (4)	ABS (1) (5)	Δ water level (m) =ABS((1)-(4)) (6)	ABS (2) (7)	Δ water level (m) =ABS((2)-(4)) (8)	ABS (3) (9)	Δ water level (m) =ABS((3)-(4)) (10)
03/05/2015	0	0.429621	0.429621	0.43	0.3	0.43	0.13	0.43	0.13	0.43	0.13
03/05/2015	1	0.209417	0.209417	0.22	0	0.21	0.21	0.21	0.21	0.22	0.22
03/05/2015	2	-0.0654204	-0.0654204	-0.04	-0.2	0.07	0.13	0.07	0.13	0.04	0.16
03/05/2015	3	-0.331587	-0.331587	-0.30	-0.4	0.33	0.07	0.33	0.07	0.30	0.10
03/05/2015	4	-0.497898	-0.497898	-0.47	-0.5	0.50	0.00	0.50	0.00	0.47	0.03
03/05/2015	5	-0.486333	-0.486333	-0.48	-0.4	0.49	0.09	0.49	0.09	0.48	0.08
03/05/2015	6	-0.315688	-0.315688	-0.32	-0.2	0.32	0.12	0.32	0.12	0.32	0.12
03/05/2015	7	-0.022228	-0.022228	-0.04	0.1	0.02	0.12	0.02	0.12	0.04	0.14
03/05/2015	8	0.350841	0.350841	0.32	0.5	0.35	0.15	0.35	0.15	0.32	0.18
03/05/2015	9	0.695568	0.695568	0.66	0.8	0.70	0.10	0.70	0.10	0.66	0.14
03/05/2015	10	0.918742	0.918742	0.89	1	0.92	0.08	0.92	0.08	0.89	0.11
03/05/2015	11	0.978646	0.978646	0.97	0.9	0.98	0.08	0.98	0.08	0.97	0.07
03/05/2015	12	0.831181	0.831181	0.83	0.7	0.83	0.13	0.83	0.13	0.83	0.13
03/05/2015	13	0.503486	0.503486	0.52	0.4	0.50	0.10	0.50	0.10	0.52	0.12
03/05/2015	14	0.0857055	0.0857055	0.12	0	0.09	0.09	0.09	0.09	0.12	0.12
03/05/2015	15	-0.348169	-0.348169	-0.28	-0.5	0.35	0.15	0.35	0.15	0.28	0.22
03/05/2015	16	-0.724223	-0.724223	-0.64	-0.8	0.72	0.08	0.72	0.08	0.64	0.16
03/05/2015	17	-0.938916	-0.938916	-0.86	-0.9	0.94	0.04	0.94	0.04	0.86	0.04
03/05/2015	18	-0.954915	-0.954915	-0.92	-0.9	0.95	0.05	0.95	0.05	0.92	0.02
03/05/2015	19	-0.796823	-0.796823	-0.79	-0.7	0.80	0.10	0.80	0.10	0.79	0.09
03/05/2015	20	-0.491075	-0.491075	-0.51	-0.4	0.49	0.09	0.49	0.09	0.51	0.11
03/05/2015	21	-0.117282	-0.117282	-0.15	-0.1	0.12	0.02	0.12	0.02	0.15	0.05
03/05/2015	22	0.206258	0.206258	0.17	0.2	0.21	0.01	0.21	0.01	0.17	0.03
03/05/2015	23	0.416943	0.416943	0.39	0.3	0.42	0.12	0.42	0.12	0.39	0.09
TOTAL						146.39	17.02	146.39	17.02	142.81	18.12

Rumus Validasi Error =	$\frac{\sum \Delta w_l}{\sum \text{Absolut } w_l} \times 100\%$	
1 error=	$\frac{(5)}{(6)} \times 100\% =$	12%
2 error=	$\frac{(7)}{(8)} \times 100\% =$	12%
3 error=	$\frac{(9)}{(10)} \times 100\% =$	13%



LAMPIRAN II

VALIDASI SAMPEL ARUS

VALIDASI SAMPEL DEPTH AVERAGE VELOCITY

Date	Time	hasil survey (cm/s)	hasil survey (m/s)	Model pada titik (493,273) (m/s)
20/04/2015	21:00:00,	4.94	0.05	0.05
20/04/2015	22:00:00,	4.96	0.05	0.03
20/04/2015	23:00:00,	4.99	0.05	0.05
21/04/2015	00:00:00,	5.02	0.05	0.06
21/04/2015	01:00:00,	5.04	0.05	0.07
21/04/2015	02:00:00,	5.07	0.05	0.05
21/04/2015	03:00:00,	5.09	0.05	0.02
21/04/2015	04:00:00,	5.12	0.05	0.04
21/04/2015	05:00:00,	5.15	0.05	0.05
21/04/2015	06:00:00,	5.17	0.05	0.04
21/04/2015	07:00:00,	5.2	0.05	0.02
21/04/2015	08:00:00,	5.23	0.05	0.04
21/04/2015	09:00:00,	5.25	0.05	0.06
21/04/2015	14:00:00,	5.38	0.05	0.02
21/04/2015	15:00:00,	5.41	0.05	0.06
21/04/2015	16:00:00,	5.43	0.05	0.07
21/04/2015	17:00:00,	5.46	0.05	0.08
21/04/2015	18:00:00,	5.49	0.05	0.08
21/04/2015	19:00:00,	5.51	0.06	0.08
21/04/2015	20:00:00,	5.54	0.06	0.07
21/04/2015	21:00:00,	5.57	0.06	0.06
21/04/2015	22:00:00,	5.59	0.06	0.03
21/04/2015	23:00:00,	5.62	0.06	0.03
22/04/2015	00:00:00,	5.64	0.06	0.05
22/04/2015	01:00:00,	5.67	0.06	0.06
22/04/2015	02:00:00,	5.7	0.06	0.06
22/04/2015	03:00:00,	5.72	0.06	0.04
22/04/2015	04:00:00,	5.75	0.06	0.03
22/04/2015	05:00:00,	5.78	0.06	0.03
22/04/2015	06:00:00,	5.8	0.06	0.03
22/04/2015	08:00:00,	5.85	0.06	0.03
22/04/2015	09:00:00,	5.88	0.06	0.05
22/04/2015	10:00:00,	5.91	0.06	0.06
22/04/2015	12:00:00,	5.96	0.06	0.08
22/04/2015	13:00:00,	5.98	0.06	0.07
22/04/2015	14:00:00,	6.01	0.06	0.02
22/04/2015	15:00:00,	6.04	0.06	0.05
22/04/2015	16:00:00,	6.06	0.06	0.07
22/04/2015	20:00:00,	6.17	0.06	0.08
22/04/2015	21:00:00,	6.19	0.06	0.07
AVERAGE			0.06	0.05

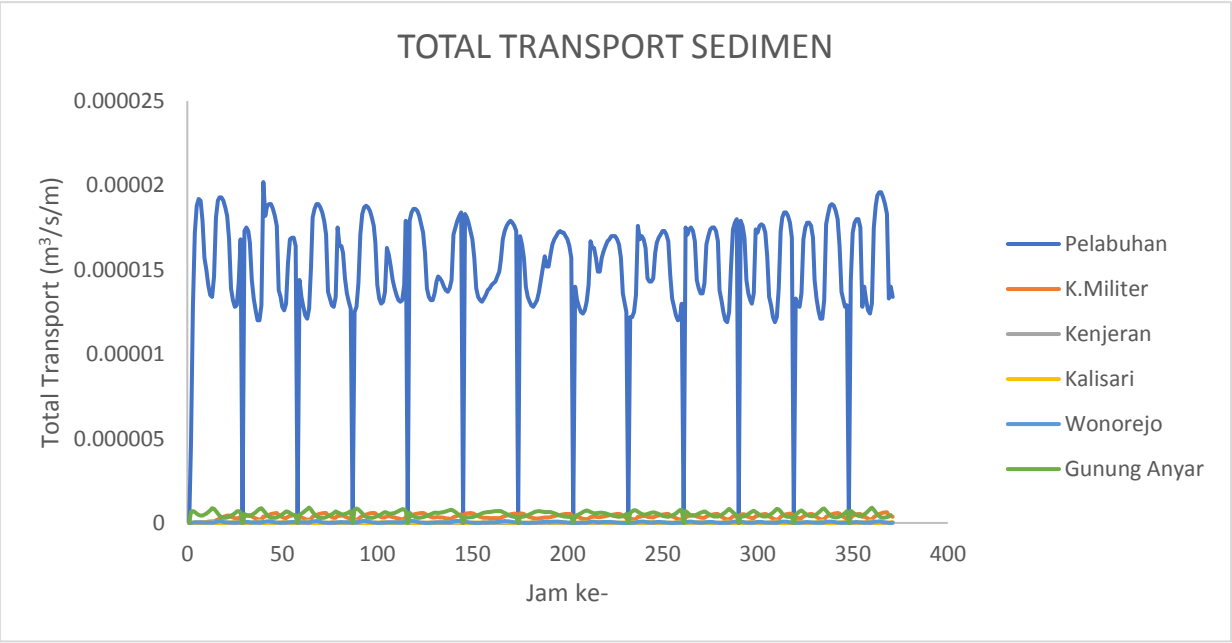
$$\text{ERROR} = \frac{(0.06-0.05)}{0.06} = 16.7\%$$

LAMPIRAN III

PERHITUNGAN TOTAL TRANSPORT

date	time	suspended transport pelabuhan (m ³ /s/m)	bed load transport pelabuhan (m ³ /s/m)	total transport pelabuhan (m ³ /s/m)	suspended transport k.militer (m ³ /s/m)	bed load transport k.militer (m ³ /s/m)	total transport k.militer (m ³ /s/m)	suspended transport kenjeran (m ³ /s/m)	bed load transport kenjeran (m ³ /s/m)	total transport kenjeran (m ³ /s/m)	suspended transport kalisari (m ³ /s/m)	bed load transport kalisari (m ³ /s/m)	total transport kalisari (m ³ /s/m)	suspended transport wonorejo (m ³ /s/m)	bed load transport wonorejo (m ³ /s/m)	total transport wonorejo (m ³ /s/m)	suspended transport Gunung Anyar (m ³ /s/m)	bed load transport Gunung Anyar (m ³ /s/m)	total transport Gunung Anyar (m ³ /s/m)
19/04/2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19/04/2015	1	4.71.E-06	4.69E-19	4.71E-06	8.29E-17	4.05E-19	8.33E-17	3.18E-17	2.02E-18	3.38E-17	2.34E-08	4.51E-18	2.34E-08	5.77E-09	3.78E-18	5.77E-09	6.64E-07	1.17E-18	6.64E-07
19/04/2015	2	1.28.E-05	1.64E-19	1.28E-05	2.90E-14	8.59E-20	2.90E-14	1.52E-12	1.53E-18	1.52E-12	2.60E-08	1.19E-18	2.60E-08	1.79E-08	3.96E-18	1.79E-08	7.12E-07	1.86E-18	7.12E-07
19/04/2015	3	1.72.E-05	3.07E-19	1.72E-05	2.00E-11	4.96E-19	2.00E-11	1.91E-12	1.27E-18	1.91E-12	2.17E-08	3.20E-18	2.17E-08	3.34E-08	2.50E-18	3.34E-08	6.50E-07	1.92E-18	6.50E-07
19/04/2015	4	1.88.E-05	3.71E-19	1.88E-05	5.35E-10	5.37E-19	5.35E-10	3.06E-12	1.78E-18	3.06E-12	1.81E-08	3.92E-18	1.81E-08	4.16E-08	6.82E-19	4.16E-08	5.59E-07	2.18E-18	5.59E-07
19/04/2015	5	1.92.E-05	4.19E-19	1.92E-05	3.76E-09	5.77E-19	3.76E-09	3.41E-12	2.76E-18	3.41E-12	1.52E-08	4.08E-18	1.52E-08	4.56E-08	2.62E-18	4.56E-08	4.84E-07	2.22E-18	4.84E-07
19/04/2015	6	1.91.E-05	4.06E-19	1.91E-05	1.33E-08	5.25E-19	1.33E-08	3.16E-12	3.64E-18	3.16E-12	1.35E-08	3.51E-18	1.35E-08	3.84E-08	3.74E-18	3.84E-08	4.38E-07	1.94E-18	4.38E-07
19/04/2015	7	1.79.E-05	1.61E-19	1.79E-05	3.03E-08	1.21E-19	3.03E-08	4.76E-12	3.94E-18	4.76E-12	1.83E-08	1.16E-18	1.83E-08	2.56E-08	2.50E-18	2.56E-08	4.34E-07	5.31E-19	4.34E-07
19/04/2015	8	1.57.E-05	3.82E-19	1.57E-05	4.55E-08	3.38E-19	4.55E-08	7.98E-12	4.46E-18	7.98E-12	2.50E-08	3.84E-18	2.50E-08	2.07E-08	2.12E-18	2.07E-08	4.85E-07	9.75E-19	4.85E-07
19/04/2015	9	1.50.E-05	5.59E-19	1.5E-05	6.11E-08	4.71E-19	6.11E-08	9.07E-12	6.75E-18	9.07E-12	3.63E-08	5.75E-18	3.63E-08	2.63E-08	3.22E-18	2.63E-08	5.52E-07	1.57E-18	5.52E-07
19/04/2015	10	1.41.E-05	7.95E-19	1.41E-05	7.24E-08	6.53E-19	7.24E-08	4.86E-11	6.51E-18	4.86E-11	6.22E-08	7.35E-18	6.22E-08	4.12E-08	4.31E-18	4.12E-08	6.37E-07	2.06E-18	6.37E-07
19/04/2015	11	1.35.E-05	9.86E-19	1.35E-05	7.93E-08	8.09E-19	7.93E-08	2.55E-10	2.39E-18	2.55E-10	1.00E-07	8.15E-18	1.00E-07	3.36E-08	1.58E-18	3.36E-08	7.51E-07	1.89E-18	7.51E-07
19/04/2015	12	1.34.E-05	1.05E-18	1.34E-05	8.50E-08	8.54E-19	8.50E-08	3.71E-10	2.33E-18	3.71E-10	1.23E-07	7.53E-18	1.23E-07	2.24E-08	7.06E-18	2.24E-08	8.66E-07	6.44E-19	8.66E-07
19/04/2015	13	1.46.E-05	8.3E-19	1.46E-05	9.82E-08	6.31E-19	9.82E-08	7.48E-10	2.41E-18	7.48E-10	7.72E-08	3.13E-18	7.72E-08	4.83E-08	5.28E-18	4.83E-08	8.42E-07	1.34E-18	8.42E-07
19/04/2015	14	1.81.E-05	3.53E-20	1.81E-05	1.50E-07	1.65E-19	1.50E-07	1.16E-09	3.22E-18	1.16E-09	4.80E-09	3.42E-18	4.80E-09	6.38E-08	4.74E-18	6.38E-08	7.03E-07	2.02E-18	7.03E-07
19/04/2015	15	1.91.E-05	2.71E-19	1.91E-05	2.01E-07	5.92E-19	2.01E-07	5.50E-10	2.28E-18	5.50E-10	3.65E-10	4.69E-18	3.65E-10	8.12E-08	2.52E-18	8.12E-08	5.54E-07	2.42E-18	5.54E-07
19/04/2015	16	1.93.E-05	4.05E-19	1.93E-05	2.55E-07	7.27E-19	2.55E-07	2.07E-10	1.66E-18	2.07E-10	5.21E-09	5.46E-18	5.21E-09	9.43E-08	6.98E-19	9.43E-08	4.29E-07	2.71E-18	4.29E-07
19/04/2015	17	1.93.E-05	4.9E-19	1.93E-05	3.10E-07	7.94E-19	3.10E-07	1.51E-10	4.54E-19	1.51E-10	1.00E-08	5.78E-18	1.00E-08	8.86E-08	3.07E-18	8.86E-08	3.47E-07	2.85E-18	3.47E-07
19/04/2015	18	1.91.E-05	5.34E-19	1.91E-05	3.62E-07	8.00E-19	3.62E-07	2.61E-10	2.19E-18	2.61E-10	1.17E-08	5.74E-18	1.17E-08	6.68E-08	4.25E-18	6.68E-08	3.11E-07	2.82E-18	3.11E-07
19/04/2015	19	1.87.E-05	5.38E-19	1.87E-05	4.08E-07	7.58E-19	4.08E-07	2.13E-10	3.43E-18	2.13E-10	9.15E-09	5.36E-18	9.15E-09	4.61E-08	5.17E-18	4.61E-08	3.08E-07	3.08E-18	3.08E-07
19/04/2015	20	1.82.E-05	4.94E-19	1.82E-05	4.42E-07	6.57E-19	4.42E-07	1.55E-10	4.47E-18	1.55E-10	2.71E-09	4.43E-18	2.71E-09	3.06E-08	5.68E-18	3.06E-08	3.25E-07	2.24E-18	3.25E-07
19/04/2015	21	1.68.E-05	2.57E-19	1.68E-05	4.45E-07	2.67E-19	4.45E-07	6.96E-11	5.09E-18	6.96E-11	1.71E-08	7.92E-19	1.71E-08	1.71E-08	3.40E-18	1.71E-08	3.67E-07	5.23E-19	3.67E-07
19/04/2015	22	1.39.E-05	3.76E-19	1.39E-05	3.64E-07	3.35E-19	3.64E-07	5.95E-11	1.72E-18	5.95E-11	2.98E-08	3.90E-18	2.98E-08	1.27E-08	2.21E-18	1.27E-08	4.31E-07	1.05E-18	4.31E-07
19/04/2015	23	1.32.E-05	5.72E-19	1.32E-05	3.24E-07	4.60E-19	3.24E-07	1.01E-10	7.05E-18	1.01E-10	4.03E-08	5.29E-18	4.03E-08	1.75E-08	3.55E-18	1.75E-08	4.98E-07	1.64E-18	4.98E-07
20/04/2015	0	1.28.E-05	7.24E-19	1.28E-05	2.86E-07	5.67E-19	2.86E-07	1.36E-10	7.68E-18	1.36E-10	5.37E-08	5.91E-18	5.37E-08	2.90E-08	4.15E-18	2.90E-08	5.79E-07	1.91E-18	5.79E-07
20/04/2015	1	1.29.E-05	7.68E-19	1.29E-05	2.63E-07	5.82E-19	2.63E-07	2.96E-10	4.81E-18	2.96E-10	6.00E-08	5.32E-18	6.00E-08	2.07E-08	3.66E-18	2.07E-08	6.78E-07	1.16E-18	6.78E-07
20/04/2015	2	1.42.E-05	5.4E-19	1.42E-05	2.79E-07	3.54E-19	2.79E-07	2.41E-10	6.21E-19	2.41E-10	3.30E-08	5.00E-19	3.30E-08	3.05E-08	3.84E-18	3.05E-08	7.04E-07	1.35E-18	7.04E-07
20/04/2015	3	1.68.E-05	4.77E-20	1.68E-05	3.65E-07	2.35E-19	3.65E-07	6.00E-11	2.46E-19	6.00E-11	1.49E-08	2.91E-18	1.49E-08	4.24E-08	3.11E-18	4.24E-08	6.19E-07	1.80E-18	6.19E-07

date	time	suspended transport pelabuhan (m ³ /s/m)	bed load transport pelabuhan (m ³ /s/m)	total transport pelabuhan (m ³ /s/m)	suspended transport k.militer (m ³ /s/m)	bed load transport k.militer (m ³ /s/m)	total transport k.militer (m ³ /s/m)	suspended transport kenjeran (m ³ /s/m)	bed load transport kenjeran (m ³ /s/m)	total transport kenjeran (m ³ /s/m)	suspended transport kalisari (m ³ /s/m)	bed load transport kalisari (m ³ /s/m)	total transport kalisari (m ³ /s/m)	suspended transport wonorejo (m ³ /s/m)	bed load transport wonorejo (m ³ /s/m)	total transport wonorejo (m ³ /s/m)	suspended transport Gunung Anyar (m ³ /s/m)	bed load transport Gunung Anyar (m ³ /s/m)	total transport Gunung Anyar (m ³ /s/m)
03/05/2015	1	1.43.E-05	4.71E-19	1.43E-05	3.00E-07	3.48E-19	3.00E-07	2.19E-10	1.45E-19	2.19E-10	3.66E-08	8.25E-19	3.66E-08	2.83E-08	4.09E-18	2.83E-08	7.24E-07	1.37E-18	7.24E-07
03/05/2015	2	1.72.E-05	1.51E-19	1.72E-05	4.17E-07	2.91E-19	4.17E-07	1.04E-10	1.52E-19	1.04E-10	1.44E-08	2.98E-18	1.44E-08	4.03E-08	3.34E-18	4.03E-08	6.36E-07	1.83E-18	6.36E-07
03/05/2015	3	1.78.E-05	3.17E-19	1.78E-05	4.67E-07	5.21E-19	4.67E-07	7.54E-11	7.57E-19	7.54E-11	1.22E-08	3.83E-18	1.22E-08	4.72E-08	1.60E-18	4.72E-08	5.44E-07	2.11E-18	5.44E-07
03/05/2015	4	1.80.E-05	4.08E-19	1.8E-05	5.02E-07	6.03E-19	5.02E-07	1.24E-10	1.75E-18	1.24E-10	1.10E-08	4.26E-18	1.10E-08	5.23E-08	1.78E-18	5.23E-08	4.69E-07	2.24E-18	4.69E-07
03/05/2015	5	1.80.E-05	4.48E-19	1.8E-05	5.26E-07	6.12E-19	5.26E-07	1.06E-10	2.69E-18	1.06E-10	1.04E-08	4.13E-18	1.04E-08	4.56E-08	3.38E-18	4.56E-08	4.24E-07	2.14E-18	4.24E-07
03/05/2015	6	1.75.E-05	4.04E-19	1.75E-05	5.33E-07	5.05E-19	5.33E-07	6.98E-11	3.41E-18	6.98E-11	1.23E-08	2.95E-18	1.23E-08	3.38E-08	3.63E-18	3.38E-08	4.07E-07	1.39E-18	4.07E-07
03/05/2015	7	1.28.E-05	6.02E-19	1.28E-05	3.70E-07	5.86E-19	3.70E-07	1.68E-11	1.53E-18	1.68E-11	2.46E-08	2.51E-18	2.46E-08	2.17E-08	2.49E-18	2.17E-08	4.52E-07	6.88E-19	4.52E-07
03/05/2015	8	1.40.E-05	3.61E-19	1.4E-05	3.78E-07	3.35E-19	3.78E-07	2.23E-11	5.13E-18	2.23E-11	3.24E-08	4.58E-18	3.24E-08	2.12E-08	2.89E-18	2.12E-08	5.17E-07	1.23E-18	5.17E-07
03/05/2015	9	1.32.E-05	5.9E-19	1.32E-05	3.16E-07	5.15E-19	3.16E-07	2.10E-11	5.79E-18	2.10E-11	4.97E-08	6.42E-18	4.97E-08	2.99E-08	4.06E-18	2.99E-08	5.96E-07	1.79E-18	5.96E-07
03/05/2015	10	1.26.E-05	7.93E-19	1.26E-05	2.55E-07	6.84E-19	2.55E-07	9.04E-11	3.68E-18	9.04E-11	8.16E-08	7.69E-18	8.16E-08	3.97E-08	2.61E-18	3.97E-08	6.95E-07	2.02E-18	6.95E-07
03/05/2015	11	1.24.E-05	9.23E-19	1.24E-05	2.08E-07	7.96E-19	2.08E-07	1.90E-10	1.58E-18	1.90E-10	1.15E-07	7.91E-18	1.15E-07	2.16E-08	5.48E-18	2.16E-08	8.13E-07	1.42E-18	8.13E-07
03/05/2015	12	1.30.E-05	8.66E-19	1.3E-05	1.99E-07	7.34E-19	1.99E-07	4.71E-10	2.72E-18	4.71E-10	1.13E-07	6.13E-18	1.13E-07	3.33E-08	5.34E-18	3.33E-08	9.06E-07	1.49E-18	9.06E-07
03/05/2015	13	1.75.E-05	5.16E-20	1.75E-05	3.35E-07	2.27E-19	3.35E-07	7.06E-10	1.96E-18	7.06E-10	1.90E-08	1.83E-18	1.90E-08	5.19E-08	5.51E-18	5.19E-08	7.84E-07	1.72E-18	7.84E-07
03/05/2015	14	1.88.E-05	3.28E-19	1.88E-05	4.19E-07	5.73E-19	4.19E-07	6.11E-10	2.39E-18	6.11E-10	2.87E-09	4.14E-18	2.87E-09	7.17E-08	3.35E-18	7.17E-08	6.37E-07	2.22E-18	6.37E-07
03/05/2015	15	1.94.E-05	4.94E-19	1.94E-05	4.78E-07	7.50E-19	4.78E-07	3.57E-10	2.31E-18	3.57E-10	3.05E-09	5.22E-18	3.05E-09	8.32E-08	1.23E-18	8.32E-08	4.98E-07	2.60E-18	4.98E-07
03/05/2015	16	1.96.E-05	6.11E-19	1.96E-05	5.31E-07	8.58E-19	5.31E-07	6.76E-11	1.14E-18	6.76E-11	9.24E-09	5.77E-18	9.24E-09	8.94E-08	2.29E-18	8.94E-08	3.92E-07	2.84E-18	3.92E-07
03/05/2015	17	1.96.E-05	6.79E-19	1.96E-05	5.74E-07	8.90E-19	5.74E-07	2.01E-10	1.34E-18	2.01E-10	1.33E-08	5.93E-18	1.33E-08	7.05E-08	3.70E-18	7.05E-08	3.31E-07	2.92E-18	3.31E-07
03/05/2015	18	1.93.E-05	7.07E-19	1.93E-05	6.07E-07	8.76E-19	6.07E-07	2.04E-10	2.75E-18	2.04E-10	1.33E-08	5.75E-18	1.33E-08	4.84E-08	4.75E-18	4.84E-08	3.13E-07	3.30E-18	3.13E-07
03/05/2015	19	1.89.E-05	6.97E-19	1.89E-05	6.28E-07	8.17E-19	6.28E-07	1.61E-10	3.95E-18	1.61E-10	8.98E-09	5.23E-18	8.98E-09	3.08E-08	5.55E-18	3.08E-08	3.19E-07	3.01E-18	3.19E-07
03/05/2015	20	1.83.E-05	6.29E-19	1.83E-05	6.32E-07	6.86E-19	6.32E-07	1.16E-10	4.93E-18	1.16E-10	2.11E-09	3.81E-18	2.11E-09	1.83E-08	5.23E-18	1.83E-08	3.38E-07	2.04E-18	3.38E-07
03/05/2015	21	1.33.E-05	3.97E-19	1.33E-05	4.46E-07	5.20E-19	4.46E-07	3.33E-12	4.73E-18	3.33E-12	2.29E-08	2.30E-18	2.29E-08	9.58E-09	2.82E-18	9.58E-09	3.87E-07	6.56E-19	3.87E-07
03/05/2015	22	1.40.E-05	2.7E-19	1.4E-05	4.32E-07	3.16E-19	4.32E-07	1.27E-10	4.81E-18	1.27E-10	3.29E-08	4.52E-18	3.29E-08	8.30E-09	2.15E-18	8.30E-09	4.48E-07	1.28E-18	4.48E-07
03/05/2015	23	1.34.E-05	4.55E-19	1.34E-05	3.67E-07	4.52E-19	3.67E-07	1.31E-10	7.94E-18	1.31E-10	4.61E-08	5.78E-18	4.61E-08	1.44E-08	4.26E-18	1.44E-08	5.16E-07	1.88E-18	5.16E-07
max		2.02.E-05	1.09E-18	2.02E-05	6.32E-07	1.13E-18	6.32E-07	5.13E-09	1.03E-17	5.13E-09	1.23E-07	8.15E-18	1.23E-07	1.27E-07	7.06E-18	1.27E-07	9.06E-07	3.36E-18	9.06E-07
min		4.71.E-06	4.21E-21	4.71E-06	8.29E-17	1.69E-20	8.33E-17	3.18E-17	1.86E-20	3.38E-17	3.65E-10	5.81E-20	3.65E-10	5.33E-09	4.78E-20	5.33E-09	2.95E-07	2.22E-20	2.95E-07
average		1.55.E-05	4.3E-19	1.55E-05	3.79E-07	4.58E-19	3.79E-07	1.96E-10	2.95E-18	1.96E-10	2.91E-08	3.84E-18	2.91E-08	4.18E-08	2.88E-18	4.18E-08	5.37E-07	1.43E-18	5.37E-07



LAMPIRAN IV

VALIDASI BED LOAD TRANSPORT

date	time	magnitude of bed load transport (546,227) (m ² /s)	magnitude of bed load transport (486,273) (m ² /s)	magnitude of bed load transport (280,314) (m ² /s)
19/04/2015	0:00:00	0	0	0
19/04/2015	01:00:00	2.65E-18	1.17E-18	1.26E-19
19/04/2015	02:00:00	2.07E-18	1.86E-18	7.80E-19
19/04/2015	03:00:00	1.59E-18	1.92E-18	2.21E-19
19/04/2015	04:00:00	9.19E-19	2.18E-18	6.66E-19
19/04/2015	05:00:00	4.04E-19	2.22E-18	1.07E-18
19/04/2015	06:00:00	7.31E-19	1.94E-18	1.40E-18
19/04/2015	07:00:00	1.84E-18	5.31E-19	1.22E-18
19/04/2015	08:00:00	2.05E-18	9.75E-19	1.39E-18
19/04/2015	09:00:00	2.76E-18	1.57E-18	2.08E-18
19/04/2015	10:00:00	3.17E-18	2.06E-18	2.07E-18
19/04/2015	11:00:00	1.24E-18	1.89E-18	9.42E-19
19/04/2015	12:00:00	3.20E-18	6.44E-19	8.94E-19
19/04/2015	13:00:00	2.91E-18	1.34E-18	8.74E-19
19/04/2015	14:00:00	2.71E-18	2.02E-18	5.71E-19
19/04/2015	15:00:00	1.67E-18	2.42E-18	7.99E-19
19/04/2015	16:00:00	9.21E-19	2.71E-18	6.26E-19
19/04/2015	17:00:00	4.95E-19	2.85E-18	3.66E-20
19/04/2015	18:00:00	6.14E-19	2.82E-18	8.49E-19
19/04/2015	19:00:00	1.05E-18	3.08E-18	1.39E-18
19/04/2015	20:00:00	1.47E-18	2.24E-18	1.81E-18
19/04/2015	21:00:00	2.38E-18	5.23E-19	1.77E-18
19/04/2015	22:00:00	2.40E-18	1.05E-18	1.08E-18
19/04/2015	23:00:00	3.16E-18	1.64E-18	2.22E-18
20/04/2015	00:00:00	3.05E-18	1.91E-18	2.28E-18
20/04/2015	01:00:00	1.48E-18	1.16E-18	1.54E-18
20/04/2015	02:00:00	2.23E-18	1.35E-18	4.49E-19
20/04/2015	03:00:00	1.88E-18	1.80E-18	3.49E-20
20/04/2015	04:00:00	1.08E-18	2.02E-18	3.54E-19
20/04/2015	05:00:00	4.74E-19	2.08E-18	7.61E-19
20/04/2015	06:00:00	5.57E-19	1.88E-18	1.08E-18
20/04/2015	07:00:00	1.80E-18	5.67E-19	1.16E-18
20/04/2015	08:00:00	2.05E-18	8.38E-19	1.12E-18
20/04/2015	09:00:00	2.42E-18	1.34E-18	1.63E-18
20/04/2015	10:00:00	2.72E-18	1.80E-18	1.60E-18
20/04/2015	11:00:00	1.21E-18	1.83E-18	6.20E-19
20/04/2015	12:00:00	2.84E-18	1.11E-18	8.81E-19
20/04/2015	13:00:00	2.67E-18	2.61E-19	1.03E-18
20/04/2015	14:00:00	2.84E-18	1.73E-18	1.68E-18
20/04/2015	15:00:00	1.75E-18	2.24E-18	8.66E-19
20/04/2015	16:00:00	1.04E-18	2.62E-18	8.14E-19
20/04/2015	17:00:00	5.82E-19	2.84E-18	4.61E-19
20/04/2015	18:00:00	4.96E-19	2.91E-18	4.25E-19
20/04/2015	19:00:00	9.06E-19	3.28E-18	1.13E-18
20/04/2015	20:00:00	1.30E-18	2.99E-18	1.64E-18
20/04/2015	21:00:00	2.03E-18	2.03E-18	2.01E-18
20/04/2015	22:00:00	2.33E-18	6.26E-19	1.26E-18
20/04/2015	23:00:00	2.38E-18	1.17E-18	1.49E-18
21/04/2015	00:00:00	3.10E-18	1.69E-18	2.35E-18
21/04/2015	01:00:00	2.43E-18	1.76E-18	2.27E-18
21/04/2015	02:00:00	2.00E-18	5.90E-19	1.47E-18
21/04/2015	03:00:00	2.01E-18	1.40E-18	9.44E-19
21/04/2015	04:00:00	1.34E-18	1.68E-18	2.13E-19
21/04/2015	05:00:00	5.92E-19	1.77E-18	5.62E-19
21/04/2015	06:00:00	3.97E-19	1.61E-18	8.34E-19

date	time	magnitude of bed load transport (566,207) (m ² /s)	magnitude of bed load transport (486,273) (m ² /s)	magnitude of bed load transport (280,314) (m ² /s)
21/04/2015	07:00:00	1.55E-18	5.57E-19	9.23E-19
21/04/2015	08:00:00	1.77E-18	7.16E-19	7.48E-19
21/04/2015	09:00:00	1.94E-18	1.14E-18	1.33E-18
21/04/2015	10:00:00	1.99E-18	1.52E-18	1.28E-18
21/04/2015	11:00:00	1.17E-18	1.65E-18	4.59E-19
21/04/2015	12:00:00	2.44E-18	1.25E-18	7.97E-19
21/04/2015	13:00:00	2.89E-18	1.75E-19	1.05E-18
21/04/2015	14:00:00	2.58E-18	1.31E-18	1.72E-19
21/04/2015	15:00:00	1.72E-18	1.92E-18	7.82E-19
21/04/2015	16:00:00	1.07E-18	2.43E-18	8.93E-19
21/04/2015	17:00:00	6.79E-19	2.74E-18	7.11E-19
21/04/2015	18:00:00	4.56E-19	2.88E-18	8.42E-20
21/04/2015	19:00:00	7.49E-19	3.36E-18	8.11E-19
21/04/2015	20:00:00	1.15E-18	3.17E-18	1.39E-18
21/04/2015	21:00:00	1.50E-18	2.82E-18	1.85E-18
21/04/2015	22:00:00	2.43E-18	7.50E-19	2.12E-18
21/04/2015	23:00:00	2.14E-18	7.34E-19	8.54E-19
22/04/2015	00:00:00	2.28E-18	1.22E-18	1.85E-18
22/04/2015	01:00:00	2.70E-18	1.61E-18	2.36E-18
22/04/2015	02:00:00	1.38E-18	1.43E-18	2.19E-18
22/04/2015	03:00:00	1.89E-18	9.81E-19	1.40E-18
22/04/2015	04:00:00	1.59E-18	1.28E-18	9.12E-19
22/04/2015	05:00:00	7.07E-19	1.36E-18	3.63E-19
22/04/2015	06:00:00	3.16E-19	1.17E-18	5.84E-19
22/04/2015	07:00:00	1.25E-18	3.87E-19	6.13E-19
22/04/2015	08:00:00	1.23E-18	5.59E-19	5.76E-19
22/04/2015	09:00:00	1.32E-18	9.23E-19	9.88E-19
22/04/2015	10:00:00	1.15E-18	1.24E-18	9.19E-19
22/04/2015	11:00:00	1.16E-18	1.37E-18	2.13E-19
22/04/2015	12:00:00	2.09E-18	1.21E-18	6.91E-19
22/04/2015	13:00:00	2.90E-18	5.47E-19	9.67E-19
22/04/2015	14:00:00	2.10E-18	2.29E-19	6.23E-19
22/04/2015	15:00:00	1.61E-18	1.50E-18	4.15E-19
22/04/2015	16:00:00	9.58E-19	2.10E-18	8.67E-19
22/04/2015	17:00:00	7.20E-19	2.53E-18	8.15E-19
22/04/2015	18:00:00	4.81E-19	2.76E-18	4.67E-19
22/04/2015	19:00:00	5.86E-19	2.83E-18	3.95E-19
22/04/2015	20:00:00	9.73E-19	3.23E-18	1.10E-18
22/04/2015	21:00:00	1.34E-18	3.00E-18	1.61E-18
22/04/2015	22:00:00	1.70E-18	2.57E-18	2.01E-18
22/04/2015	23:00:00	2.29E-18	6.08E-19	2.12E-18
23/04/2015	00:00:00	1.83E-18	8.01E-19	6.52E-20
23/04/2015	01:00:00	1.98E-18	1.18E-18	1.91E-18
23/04/2015	02:00:00	2.03E-18	1.39E-18	2.30E-18
23/04/2015	03:00:00	8.59E-19	1.05E-18	2.09E-18
23/04/2015	04:00:00	1.53E-18	1.06E-18	1.39E-18
23/04/2015	05:00:00	1.04E-18	9.22E-19	7.73E-19
23/04/2015	06:00:00	2.93E-19	5.61E-19	2.76E-19
23/04/2015	07:00:00	6.68E-19	2.19E-19	3.61E-19
23/04/2015	08:00:00	4.68E-19	3.87E-19	3.68E-19
23/04/2015	09:00:00	7.27E-19	7.05E-19	5.38E-19
23/04/2015	10:00:00	8.21E-19	9.76E-19	4.79E-19
23/04/2015	11:00:00	1.18E-18	1.08E-18	1.22E-19
23/04/2015	12:00:00	1.83E-18	1.02E-18	5.84E-19
23/04/2015	13:00:00	2.40E-18	5.71E-19	7.98E-19

date	time	magnitude of bed load transport (566,207) (m ² /s)	magnitude of bed load transport (486,273) (m ² /s)	magnitude of bed load transport (280,314) (m ² /s)
23/04/2015	15:00:00	1.43E-18	1.10E-18	6.62E-19
23/04/2015	16:00:00	7.07E-19	1.65E-18	1.27E-18
23/04/2015	17:00:00	6.48E-19	2.18E-18	7.58E-19
23/04/2015	18:00:00	5.13E-19	2.52E-18	7.97E-19
23/04/2015	19:00:00	4.58E-19	2.67E-18	6.08E-19
23/04/2015	20:00:00	7.71E-19	2.69E-18	2.96E-20
23/04/2015	21:00:00	1.14E-18	3.02E-18	8.03E-19
23/04/2015	22:00:00	1.48E-18	2.75E-18	1.33E-18
23/04/2015	23:00:00	1.95E-18	2.13E-18	1.78E-18
24/04/2015	00:00:00	1.94E-18	7.70E-19	2.09E-18
24/04/2015	01:00:00	1.52E-18	7.86E-19	2.00E-18
24/04/2015	02:00:00	1.63E-18	1.03E-18	1.94E-19
24/04/2015	03:00:00	1.43E-18	1.12E-18	1.89E-18
24/04/2015	04:00:00	9.57E-19	8.46E-19	2.23E-18
24/04/2015	05:00:00	1.50E-18	1.63E-19	2.09E-18
24/04/2015	06:00:00	2.62E-19	2.22E-20	1.58E-18
24/04/2015	07:00:00	3.99E-19	2.22E-19	7.77E-19
24/04/2015	08:00:00	4.51E-19	3.48E-19	2.79E-19
24/04/2015	09:00:00	5.81E-19	5.11E-19	2.09E-19
24/04/2015	10:00:00	7.38E-19	7.08E-19	1.94E-19
24/04/2015	11:00:00	1.09E-18	8.02E-19	4.46E-20
24/04/2015	12:00:00	1.55E-18	7.52E-19	2.57E-19
24/04/2015	13:00:00	1.78E-18	5.09E-19	4.56E-19
24/04/2015	14:00:00	1.73E-18	2.76E-19	5.64E-19
24/04/2015	15:00:00	1.16E-18	1.63E-19	5.22E-19
24/04/2015	16:00:00	4.36E-19	1.16E-18	9.34E-19
24/04/2015	17:00:00	4.82E-19	1.69E-18	6.44E-19
24/04/2015	18:00:00	4.83E-19	2.12E-18	6.67E-19
24/04/2015	19:00:00	4.24E-19	2.38E-18	5.91E-19
24/04/2015	20:00:00	5.63E-19	2.48E-18	2.27E-19
24/04/2015	21:00:00	8.98E-19	2.46E-18	5.06E-19
24/04/2015	22:00:00	1.23E-18	2.73E-18	1.05E-18
24/04/2015	23:00:00	1.55E-18	2.43E-18	1.49E-18
25/04/2015	00:00:00	1.99E-18	1.51E-18	1.86E-18
25/04/2015	01:00:00	1.53E-18	7.05E-19	2.10E-18
25/04/2015	02:00:00	1.36E-18	7.07E-19	1.94E-18
25/04/2015	03:00:00	1.39E-18	8.77E-19	5.31E-20
25/04/2015	04:00:00	1.28E-18	9.77E-19	1.82E-18
25/04/2015	05:00:00	1.00E-18	8.99E-19	2.24E-18
25/04/2015	06:00:00	1.38E-18	6.04E-19	2.25E-18
25/04/2015	07:00:00	1.51E-18	3.38E-19	1.94E-18
25/04/2015	08:00:00	1.33E-18	3.98E-19	1.32E-18
25/04/2015	09:00:00	1.27E-18	4.27E-19	6.85E-19
25/04/2015	10:00:00	1.20E-18	4.53E-19	3.41E-19
25/04/2015	11:00:00	1.16E-18	5.18E-19	3.97E-20
25/04/2015	12:00:00	1.25E-18	3.72E-19	1.99E-19
25/04/2015	13:00:00	1.13E-18	3.71E-19	2.95E-19
25/04/2015	14:00:00	1.02E-18	3.82E-19	2.99E-19
25/04/2015	15:00:00	7.79E-19	1.16E-19	2.88E-19
25/04/2015	16:00:00	2.87E-19	1.75E-19	2.89E-20
25/04/2015	17:00:00	3.21E-19	1.13E-18	2.70E-19
25/04/2015	18:00:00	3.78E-19	1.56E-18	4.56E-19
25/04/2015	19:00:00	3.89E-19	1.92E-18	4.46E-19
25/04/2015	20:00:00	3.90E-19	2.11E-18	2.52E-19
25/04/2015	21:00:00	6.28E-19	2.17E-18	2.54E-19

date	time	magnitude of bed load transport (566,207) (m ² /s)	magnitude of bed load transport (486,273) (m ² /s)	magnitude of bed load transport (280,314) (m ² /s)
25/04/2015	23:00:00	1.19E-18	2.42E-18	7.67E-19
26/04/2015	00:00:00	1.46E-18	2.17E-18	1.16E-18
26/04/2015	01:00:00	1.71E-18	1.55E-18	1.53E-18
26/04/2015	02:00:00	1.41E-18	5.79E-19	1.85E-18
26/04/2015	03:00:00	1.28E-18	6.60E-19	2.07E-18
26/04/2015	04:00:00	1.39E-18	8.32E-19	1.99E-18
26/04/2015	05:00:00	1.39E-18	1.02E-18	5.88E-20
26/04/2015	06:00:00	1.23E-18	1.12E-18	1.82E-18
26/04/2015	07:00:00	1.27E-18	9.72E-19	2.40E-18
26/04/2015	08:00:00	1.77E-18	6.69E-19	2.54E-18
26/04/2015	09:00:00	1.89E-18	4.95E-19	2.33E-18
26/04/2015	10:00:00	1.71E-18	2.64E-19	1.72E-18
26/04/2015	11:00:00	8.95E-19	2.69E-19	8.13E-19
26/04/2015	12:00:00	5.50E-19	2.70E-19	1.18E-19
26/04/2015	13:00:00	6.04E-20	1.97E-19	8.29E-20
26/04/2015	14:00:00	3.61E-20	2.71E-19	1.65E-20
26/04/2015	15:00:00	4.84E-19	2.86E-19	3.30E-19
26/04/2015	16:00:00	5.13E-19	9.47E-20	1.87E-19
26/04/2015	17:00:00	1.80E-19	1.38E-19	1.59E-19
26/04/2015	18:00:00	2.29E-19	8.61E-19	2.40E-19
26/04/2015	19:00:00	2.97E-19	1.25E-18	2.00E-19
26/04/2015	20:00:00	3.15E-19	1.56E-18	2.36E-19
26/04/2015	21:00:00	3.48E-19	1.73E-18	1.70E-19
26/04/2015	22:00:00	5.42E-19	1.83E-18	7.63E-20
26/04/2015	23:00:00	7.27E-19	1.93E-18	4.63E-19
27/04/2015	00:00:00	9.53E-19	2.29E-18	7.92E-19
27/04/2015	01:00:00	1.21E-18	2.19E-18	1.12E-18
27/04/2015	02:00:00	1.46E-18	1.87E-18	1.47E-18
27/04/2015	03:00:00	1.61E-18	5.45E-19	1.80E-18
27/04/2015	04:00:00	1.34E-18	6.61E-19	2.06E-18
27/04/2015	05:00:00	1.50E-18	9.05E-19	2.05E-18
27/04/2015	06:00:00	1.62E-18	1.21E-18	5.23E-20
27/04/2015	07:00:00	1.56E-18	1.42E-18	1.95E-18
27/04/2015	08:00:00	1.27E-18	1.27E-18	2.62E-18
27/04/2015	09:00:00	2.11E-18	7.83E-19	2.79E-18
27/04/2015	10:00:00	2.21E-18	3.09E-19	2.53E-18
27/04/2015	11:00:00	1.25E-18	1.44E-19	1.71E-18
27/04/2015	12:00:00	6.22E-19	6.52E-19	4.14E-19
27/04/2015	13:00:00	2.57E-19	5.52E-19	1.07E-19
27/04/2015	14:00:00	4.69E-19	3.74E-19	7.82E-19
27/04/2015	15:00:00	5.81E-19	2.92E-19	1.69E-19
27/04/2015	16:00:00	4.27E-19	2.18E-19	9.36E-21
27/04/2015	17:00:00	7.06E-19	1.97E-19	1.80E-19
27/04/2015	18:00:00	1.35E-19	1.05E-19	9.83E-20
27/04/2015	19:00:00	1.57E-19	1.01E-19	7.87E-20
27/04/2015	20:00:00	3.01E-19	8.15E-19	3.28E-19
27/04/2015	21:00:00	2.99E-19	1.17E-18	9.23E-20
27/04/2015	22:00:00	2.74E-19	1.42E-18	9.26E-20
27/04/2015	23:00:00	3.05E-19	1.69E-18	7.99E-20
28/04/2015	00:00:00	4.01E-19	1.94E-18	3.61E-19
28/04/2015	01:00:00	6.63E-19	2.41E-18	6.53E-19
28/04/2015	02:00:00	1.01E-18	2.38E-18	9.97E-19
28/04/2015	03:00:00	1.32E-18	2.10E-18	1.38E-18
28/04/2015	04:00:00	1.72E-18	5.60E-19	1.75E-18
28/04/2015	05:00:00	1.44E-18	7.10E-19	2.05E-18

date	time	magnitude of bed load transport (566,207) (m ² /s)	magnitude of bed load transport (486,273) (m ² /s)	magnitude of bed load transport (280,314) (m ² /s)
28/04/2015	07:00:00	2.03E-18	1.50E-18	2.02E-18
28/04/2015	08:00:00	1.89E-18	1.71E-18	2.73E-19
28/04/2015	09:00:00	1.60E-18	1.33E-18	2.20E-18
28/04/2015	10:00:00	2.58E-18	3.93E-19	2.79E-18
28/04/2015	11:00:00	1.72E-18	7.31E-19	2.84E-18
28/04/2015	12:00:00	1.61E-18	1.19E-18	2.30E-18
28/04/2015	13:00:00	5.25E-19	1.30E-18	9.48E-19
28/04/2015	14:00:00	3.18E-19	1.27E-18	2.30E-19
28/04/2015	15:00:00	7.95E-19	9.59E-19	1.11E-18
28/04/2015	16:00:00	1.20E-18	3.93E-19	2.65E-19
28/04/2015	17:00:00	8.38E-19	4.18E-19	1.90E-20
28/04/2015	18:00:00	5.91E-19	4.51E-19	2.80E-19
28/04/2015	19:00:00	9.15E-19	4.17E-19	4.14E-19
28/04/2015	20:00:00	1.11E-18	2.06E-19	3.81E-19
28/04/2015	21:00:00	8.29E-19	6.11E-19	2.76E-19
28/04/2015	22:00:00	3.52E-19	9.95E-19	2.14E-19
28/04/2015	23:00:00	3.89E-19	1.42E-18	6.97E-20
29/04/2015	00:00:00	3.99E-19	1.82E-18	6.51E-19
29/04/2015	01:00:00	3.55E-19	2.12E-18	3.12E-20
29/04/2015	02:00:00	5.51E-19	2.61E-18	1.36E-19
29/04/2015	03:00:00	9.41E-19	2.53E-18	4.97E-19
29/04/2015	04:00:00	1.35E-18	2.14E-18	8.91E-19
29/04/2015	05:00:00	1.75E-18	5.71E-19	1.30E-18
29/04/2015	06:00:00	1.63E-18	8.85E-19	1.69E-18
29/04/2015	07:00:00	2.09E-18	1.40E-18	2.00E-18
29/04/2015	08:00:00	2.68E-18	1.84E-18	1.51E-18
29/04/2015	09:00:00	1.38E-18	1.82E-18	1.09E-18
29/04/2015	10:00:00	2.47E-18	9.57E-19	2.45E-18
29/04/2015	11:00:00	2.10E-18	9.16E-19	2.78E-18
29/04/2015	12:00:00	2.15E-18	1.36E-18	2.48E-18
29/04/2015	13:00:00	1.20E-18	1.69E-18	1.26E-18
29/04/2015	14:00:00	5.54E-19	1.87E-18	3.73E-19
29/04/2015	15:00:00	3.92E-19	1.83E-18	1.19E-18
29/04/2015	16:00:00	9.42E-19	1.50E-18	3.80E-19
29/04/2015	17:00:00	1.64E-18	5.07E-19	1.24E-19
29/04/2015	18:00:00	1.67E-18	6.13E-19	3.34E-19
29/04/2015	19:00:00	1.21E-18	7.78E-19	6.84E-19
29/04/2015	20:00:00	7.66E-19	8.39E-19	8.04E-19
29/04/2015	21:00:00	1.40E-18	6.70E-19	3.82E-19
29/04/2015	22:00:00	1.54E-18	1.02E-18	8.91E-19
29/04/2015	23:00:00	1.26E-18	1.17E-18	7.92E-19
30/04/2015	00:00:00	7.50E-19	1.61E-18	4.47E-19
30/04/2015	01:00:00	6.03E-19	2.03E-18	5.43E-20
30/04/2015	02:00:00	4.06E-19	2.28E-18	7.43E-19
30/04/2015	03:00:00	5.40E-19	2.33E-18	1.96E-20
30/04/2015	04:00:00	9.62E-19	2.53E-18	3.90E-19
30/04/2015	05:00:00	2.03E-18	1.48E-18	8.45E-19
30/04/2015	06:00:00	1.72E-18	6.84E-19	1.27E-18
30/04/2015	07:00:00	2.07E-18	1.22E-18	1.66E-18
30/04/2015	08:00:00	2.92E-18	1.78E-18	1.88E-18
30/04/2015	09:00:00	2.68E-18	2.04E-18	6.78E-19
30/04/2015	10:00:00	1.82E-18	1.48E-18	2.00E-18
30/04/2015	11:00:00	2.68E-18	1.37E-18	2.55E-18
30/04/2015	12:00:00	2.53E-18	1.43E-18	2.45E-18
30/04/2015	13:00:00	1.72E-18	1.84E-18	1.39E-18

date	time	magnitude of bed load transport (566,207) (m ² /s)	magnitude of bed load transport (486,273) (m ² /s)	magnitude of bed load transport (280,314) (m ² /s)
30/04/2015	15:00:00	5.06E-19	2.29E-18	5.18E-19
30/04/2015	16:00:00	5.22E-19	2.22E-18	1.97E-19
30/04/2015	17:00:00	1.06E-18	1.89E-18	4.43E-19
30/04/2015	18:00:00	1.97E-18	5.57E-19	3.62E-19
30/04/2015	19:00:00	2.13E-18	7.80E-19	1.18E-19
30/04/2015	20:00:00	2.12E-18	1.11E-18	7.10E-19
30/04/2015	21:00:00	1.68E-18	1.28E-18	1.07E-18
30/04/2015	22:00:00	1.33E-18	1.02E-18	1.21E-18
30/04/2015	23:00:00	2.02E-18	1.36E-18	8.88E-20
01/05/2015	00:00:00	1.89E-18	1.44E-18	1.43E-18
01/05/2015	01:00:00	1.17E-18	1.85E-18	1.40E-18
01/05/2015	02:00:00	7.65E-19	2.20E-18	8.94E-19
01/05/2015	03:00:00	4.29E-19	2.37E-18	7.13E-20
01/05/2015	04:00:00	5.85E-19	2.31E-18	1.14E-18
01/05/2015	05:00:00	1.12E-18	1.96E-18	4.33E-20
01/05/2015	06:00:00	1.94E-18	5.35E-19	3.94E-19
01/05/2015	07:00:00	2.08E-18	1.02E-18	8.76E-19
01/05/2015	08:00:00	2.89E-18	1.63E-18	1.30E-18
01/05/2015	09:00:00	3.21E-18	2.07E-18	1.63E-18
01/05/2015	10:00:00	1.20E-18	1.83E-18	1.41E-18
01/05/2015	11:00:00	3.10E-18	5.10E-19	1.36E-18
01/05/2015	12:00:00	2.79E-18	1.42E-18	2.26E-18
01/05/2015	13:00:00	2.26E-18	1.91E-18	2.32E-18
01/05/2015	14:00:00	1.37E-18	2.28E-18	1.42E-18
01/05/2015	15:00:00	7.76E-19	2.52E-18	6.05E-19
01/05/2015	16:00:00	4.39E-19	2.58E-18	5.45E-19
01/05/2015	17:00:00	7.20E-19	2.46E-18	3.45E-19
01/05/2015	18:00:00	1.22E-18	2.10E-18	5.77E-19
01/05/2015	19:00:00	2.19E-18	4.95E-19	2.47E-19
01/05/2015	20:00:00	2.35E-18	9.31E-19	4.94E-19
01/05/2015	21:00:00	2.74E-18	1.41E-18	1.04E-18
01/05/2015	22:00:00	2.57E-18	1.66E-18	1.43E-18
01/05/2015	23:00:00	1.32E-18	1.23E-18	1.53E-18
02/05/2015	00:00:00	2.28E-18	1.19E-18	9.31E-19
02/05/2015	01:00:00	2.11E-18	1.68E-18	1.86E-18
02/05/2015	02:00:00	1.33E-18	2.03E-18	1.90E-18
02/05/2015	03:00:00	7.72E-19	2.29E-18	1.23E-18
02/05/2015	04:00:00	4.02E-19	2.33E-18	1.10E-19
02/05/2015	05:00:00	7.36E-19	2.12E-18	7.42E-19
02/05/2015	06:00:00	1.91E-18	5.32E-19	2.00E-20
02/05/2015	07:00:00	2.07E-18	8.31E-19	5.03E-19
02/05/2015	08:00:00	2.69E-18	1.43E-18	9.61E-19
02/05/2015	09:00:00	3.31E-18	1.98E-18	1.33E-18
02/05/2015	10:00:00	1.54E-18	2.00E-18	1.48E-18
02/05/2015	11:00:00	2.77E-18	1.12E-18	4.23E-19
02/05/2015	12:00:00	2.85E-18	1.29E-18	1.95E-18
02/05/2015	13:00:00	2.81E-18	1.91E-18	2.13E-18
02/05/2015	14:00:00	1.74E-18	2.29E-18	1.40E-18
02/05/2015	15:00:00	1.01E-18	2.61E-18	6.13E-19
02/05/2015	16:00:00	5.46E-19	2.77E-18	8.78E-19
02/05/2015	17:00:00	5.44E-19	2.76E-18	1.37E-18
02/05/2015	18:00:00	9.80E-19	2.57E-18	7.35E-19
02/05/2015	19:00:00	1.45E-18	2.15E-18	5.86E-19
02/05/2015	20:00:00	2.33E-18	5.59E-19	1.91E-20
02/05/2015	21:00:00	2.47E-18	1.09E-18	8.19E-19

date	time	magnitude of bed load transport (566,207) (m ² /s)	magnitude of bed load transport (486,273) (m ² /s)	magnitude of bed load transport (280,314) (m ² /s)
02/05/2015	23:00:00	3.00E-18	1.92E-18	1.34E-18
03/05/2015	00:00:00	1.66E-18	1.16E-18	1.74E-18
03/05/2015	01:00:00	2.35E-18	1.37E-18	1.57E-18
03/05/2015	02:00:00	2.01E-18	1.83E-18	1.29E-18
03/05/2015	03:00:00	1.22E-18	2.11E-18	2.22E-18
03/05/2015	04:00:00	6.18E-19	2.24E-18	2.20E-18
03/05/2015	05:00:00	4.16E-19	2.14E-18	1.36E-18
03/05/2015	06:00:00	1.82E-18	1.39E-18	2.41E-19
03/05/2015	07:00:00	2.01E-18	6.88E-19	2.47E-20
03/05/2015	08:00:00	2.43E-18	1.23E-18	1.37E-19
03/05/2015	09:00:00	3.08E-18	1.79E-18	6.51E-19
03/05/2015	10:00:00	2.15E-18	2.02E-18	1.05E-18
03/05/2015	11:00:00	2.29E-18	1.42E-18	1.29E-18
03/05/2015	12:00:00	2.98E-18	1.49E-18	6.71E-19
03/05/2015	13:00:00	3.08E-18	1.72E-18	1.64E-18
03/05/2015	14:00:00	2.06E-18	2.22E-18	1.87E-18
03/05/2015	15:00:00	1.20E-18	2.60E-18	1.32E-18
03/05/2015	16:00:00	6.82E-19	2.84E-18	5.55E-19
03/05/2015	17:00:00	4.60E-19	2.92E-18	1.02E-18
03/05/2015	18:00:00	8.36E-19	3.30E-18	1.16E-18
03/05/2015	19:00:00	1.24E-18	3.01E-18	8.81E-19
03/05/2015	20:00:00	2.07E-18	2.04E-18	8.25E-19
03/05/2015	21:00:00	2.37E-18	6.56E-19	5.07E-19
03/05/2015	22:00:00	2.60E-18	1.28E-18	3.51E-19
03/05/2015	23:00:00	3.53E-18	1.88E-18	1.09E-18
Average		1.41474E-18	1.42459E-18	1.00312E-18

α	5E-15	pwater	1025
D50	250 μm	psand	2650
D50	0.00025 m	g	9.81
D90	0.00038 m	C	7.5
Δ	1.58537	Cg,90	83.72300425
μ	0.02681	q	0.33
θ	4.88468		
ξ	0.75		
θ_{cr}	0.047		

BED LOAD TRANSPORT 1 (546,227)

S EH 1.2E-18
 Smodel 1.4E-18
 EROR 17%

BED LOAD TRANSPORT 2 (486,273)

S EH 1.2E-18
 Smodel 1.4E-18
 EROR 17%

BED LOAD TRANSPORT 3 (280,314)

S EH 1.2E-18
 Smodel 1.E-18
 EROR 15%

BIOGRAFI PENULIS



Winda Amalia Herdianti lahir di Surabaya pada tanggal 20 September 1994 dan merupakan anak tunggal dari pasangan Heru Yusiman dan Dini Afriasiati. Penulis bersekolah di SD Al-Falah Darussalam Tropodo I lalu dilanjutkan ke jenjang SMP DI SMP Al-Falah Deltasari. Setelah itu, penulis melanjutkan ke SMAN 1 Sidoarjo dan lulus UNAS dengan sangat memuaskan dan masuk Nilai UNAS tertinggi 10 Besar Se-Indonesia. Pada tahun 2012, penulis melanjutkan pendidikan Sarjana di Jurusan Teknik Kelautan ITS dalam waktu 3.5 Tahun dan lulus dengan predikat Cumlaude.

Setelah lulus Sarjana, penulis mendapatkan beasiswa Fresh Graduate ITS sehingga penulis langsung melanjutkan ke jenjang magister di Jurusan Teknik dan Manajemen Pantai di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Jika ingin berdiskusi mengenai thesis ini dapat menghubungi penulis di winda.herdianti@yahoo.com.